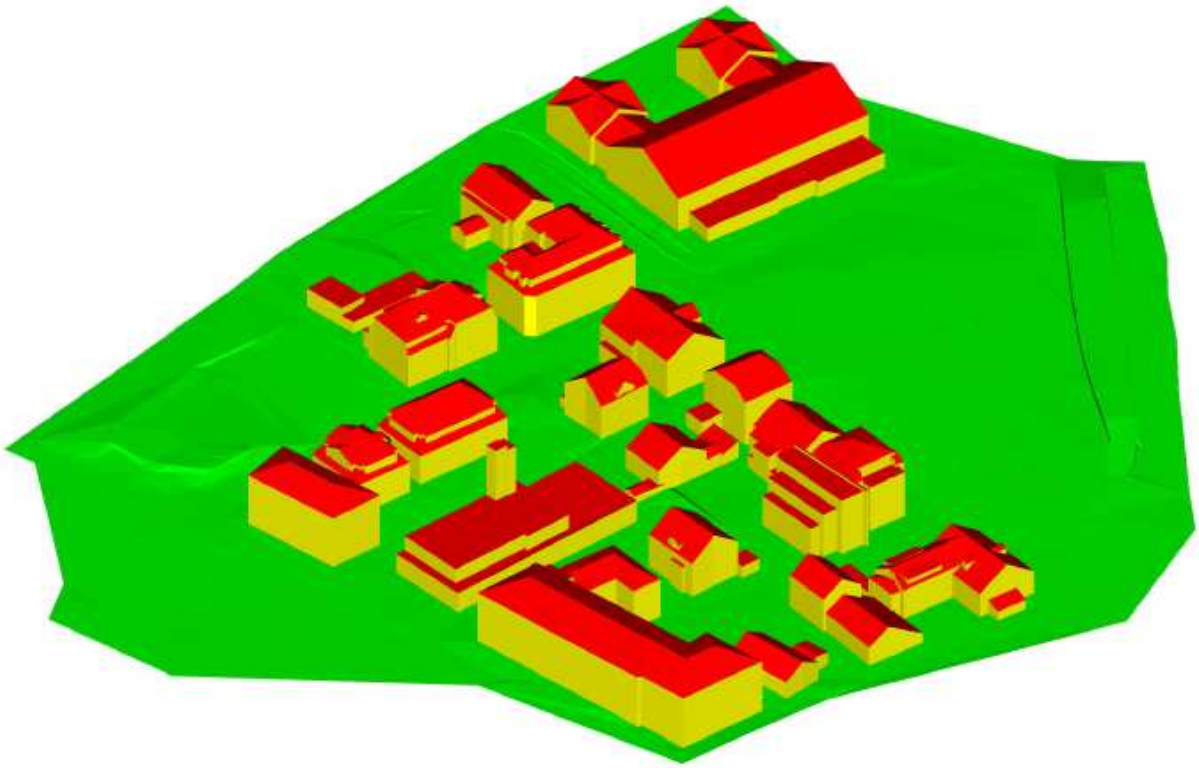
Projekt für die Aufnahme der dritten Dimension in die amtliche Vermessung

Führung der dritten Dimension in der amtlichen Vermessung

Pilotprojekt Thun

18121

Dütschler & Naegeli
Vermessung+Geoinformation AG



Fliederweg 11
Postfach
3601 Thun

Telefon 033 225 40 50
Fax 033 225 40 60
e-mail: info@geo-thun.ch
http://www.geo-thun.ch

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 4
1.1 SOLL-Perimeter des Pilotprojektes 4
1.2 IST-Perimeter des Pilotprojektes 5

2 Ausgangslage 6
2.1 Stand des Werkes 6
2.2 Abweichung zum Datenmodell DM.01 6
2.3 Beschreibung des Inhaltes und Detaillierungsgrad 6
2.4 Vollständigkeit der InfoEbenen „Höhen“ 6
2.5 Bestehendes 3D-Modell: Bälliz von 1998 (Auftrag15627) 6

3 Realisiertes 3D-Datenmodell und realisierter 3D-Dateninhalt 7

4 Festsetzungen, Massnahmen, verwendete Richtlinien und Anleitungen 7

5 Vorbereitende Massnahmen 8
5.1 Evaluation Felderfassungssoftware 8
5.2 Evaluation DTM Programm 8
5.3 Artcodeliste 9
5.4 VR-GI Modeler 9
5.5 Programmentwicklungen 9
5.6 Weiterbildung und Schulung 9

6 Eingesetztes Instrumentarium und verwendete Programme und Systeme 10

7 Ersterhebungsverfahren und Abläufe 10
7.1 Photogrammetrie 10
7.2 Photogrammetrische Auswertungen 11
7.3 Terrestrische Aufnahmen 11
7.3.1 Feldvorbereitung 12
7.3.2 Feldaufnahmen 12
7.3.3 Administratives 13
7.4 Büro, Auswertung der Aufnahmen 13
7.4.1 Aufnahmekriterien für die Ergänzung der Informationsebene „Einzelobjekte“ 13
7.4.2 Aufnahmekriterien für die Ergänzung der Informationsebene „Höhen“ 13
7.5 Grundlagen des DTM 14
7.5.1 Verbesserung des DTM mit terrestrischen Aufnahmen 14
7.5.2 DTM Bearbeitung mit VESTRA 14
7.5.3 Verwaltung der DTM Daten 15
7.6 Modellierung der Gebäude und Objekte 15
7.6.1 Flächenaufteilung 15

8 Meldewesen, Nachführungsverfahren und Abläufe 15

9 Dokumentation und Verifikation 16

10 Datenmodell und Detaillierungsgrad der InfoEbene Höhen 17

11 Aufgetretene Probleme, Problemlösungen und Empfehlungen 18
11.1 Checkliste 3D Bearbeitung 18
11.2 Anzahl Treppenstufen 18

11.3 Unklarheiten in der Informationsebene „Bodenbedeckung“ 18
11.4 Unklarheiten in der Informationsebene „Einzelobjekte“ 20
11.5 Definitionsdifferenzen bei Gebäudedetail oder Sockel 21
11.6 Gebäudeeingänge und Fenster 22
11.7 Attikas und Dachaufbauten 22
11.8 Komplexe Gebäude, resp. hoher Detaillierungsgrad 24
11.8.1 Spezialfälle bei der Flächenaufteilung 24

12 Organisation und eingesetztes Personal 31
12.1 Organigramm 31
12.2 Eingesetztes Personal 31

13 Neue 3D-Produkte 32

14 Bereitstellung der 3D Objekte 36

15 Dokumentation der durchgeführten Arbeiten und des Aufwandes 37
15.1 Personalstunden 37
15.2 Mengengerüst 37
15.3 Versuch Zeitaufwandberechnung für die Bearbeitung der Dachlandschaft: 38

16 Welche Fragen der ArG 3D-AV wurden nicht beantwortet 38

17 Stand der Arbeiten 39
17.1 Stand der Arbeiten 39

18 Schlussbemerkungen 40
18.1 Nutzen und Anwendungen der 3D Modellierung 40
18.2 Fazit aus Sicht des Unternehmers 40

19 Anhang 42
19.1 Dokumentenliste 42
19.2 Checkliste 3D Bearbeitung (nicht abschliessend) 42
19.3 DTM-Bearbeitung mit GeoMedia und VESTRA 42
19.4 GSI-File und Berechnungsprotokoll 46
19.4.1 Berechnungsprotokoll Freie Station 46
19.4.2 Berechnungsprotokoll 3D Punkte 47
19.5 Treppengenerierung im GIS System 48
19.5.1 Anforderungen an die Auswertung des Photogrammeters 48
19.6 Definierte Codeliste im Pilotprojekt 3D Thun 50
19.7 VBA Makro generiert pro DXF-Layer ein eigenes neues DXF 51
19.8 Modellierung der Hauptdachflächen 52
19.8.1 Modellierung der Gebäudedurchgäng und Eingänge 53
19.8.2 Modellierung der Attikas und Dachaufbauten 53
19.8.3 Modellierung der Vordächer (Gebäudedetails) 53
19.8.4 Modellierung der Mauern und Treppen 53
Arbeitsschritte zur Modellierung mit dem VR-GI-Modeler 54

1 Einleitung

Der vorliegende Bericht zeigt auf, wie die neue Informationsebene ‚Einzelobjekte_3D' der Amtlichen Vermessung über ein Teilgebiet der Stadt Thun als Pilotprojekt realisiert wurde, welche Rahmenbedingungen berücksichtigt werden mussten, wie die dreidimensionalen Daten vorgehalten, nachgeführt und bereitgestellt werden sowie, welche Zielsetzungen mit dem Pilotprojekt 3D Stadt Thun erreicht wurden und welche Fragen damit beantwortet werden sollen.

Die Arbeiten stützten sich auf die Unterlagen der Arbeitsgruppe 3D der KKVA und den 3D-Vorarbeiten des Grundbuch- und Vermessungsamtes des Kantons Basel-Stadt ab, welche uns freundlicherweise zur Verfügung gestellt wurden.

1.1 SOLL-Perimeter des Pilotprojektes

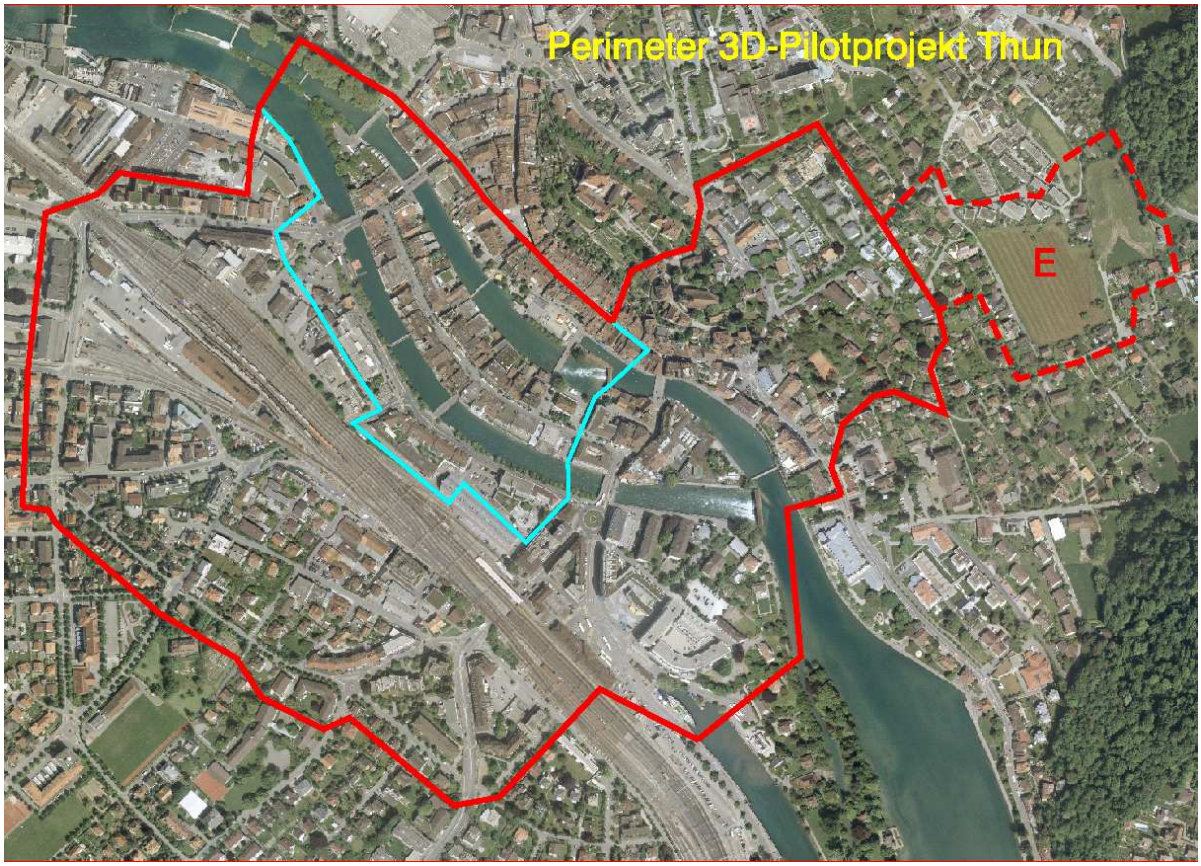


Abb.1

Die Abbildung 1 zeigt den Perimeter des Pilotprojektes 3D welcher bei Auftragsbeginn definiert war.

1.2 IST-Perimeter des Pilotprojektes

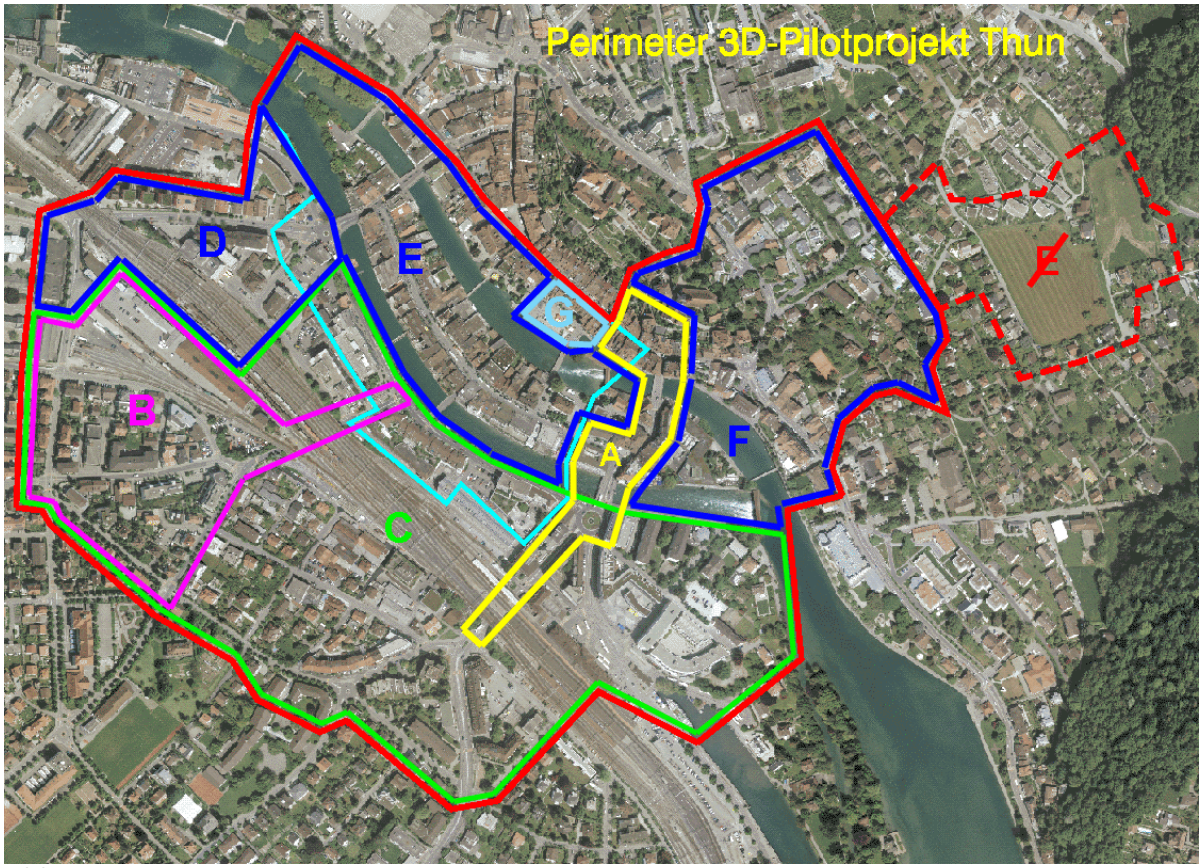


Abb. 2

Aufgrund der finanziellen und zeitlichen Mittel mussten im Verlauf des Projektes Prioritäten betreffend die Bearbeitung festgelegt werden. Abbildung 2 zeigt den Arbeitsstand kurz vor der letzten Bearbeitungsphase. (siehe Offerte vom 29.9.2006 in der Beilage.

Teilgebiet A (gelb):
Soll im Rahmen des Pilotprojektes noch fertig modelliert werden.

Teilgebiet B (pink): Teilmenge von C
DXF-Aufteilung im Büro, Feldergänzungen gemacht und bereinigt, modelliert

Teilgebiet C (grün):
DXF-Aufteilung im Büro, noch keine Feldergänzungen.

Teilgebiet D - F (blau):
Noch keine Arbeiten getätigt

Teilgebiet G (graublau): Mühleplatz
DXF Aufteilung im Büro, Feldergänzungen gemacht und bereinigt, modelliert

Teilgebiet H (nicht dargestellt)**:**
Restliches Gemeindegebiet von Thun

2 Ausgangslage

2.1 Stand des Werkes

Mit der Systemmigration von C-Plan Topodat nach GeosPro wurden die AV-Daten in das Datenmodell ‚DM01AVBE10D' gehoben. Die offizielle Modellmigration und Verifikation ist noch nicht erfolgt.
Das Vermessungsprogramm der Stadt Thun sieht vor, die Überführung der Amtlichen Vermessung der Stadt Thun nach Standard DM.01 mit anstehenden Arbeiten zu koordinieren:

- „Periodische Nachführung PNF",
- Homogenisierung an den Gemeindegrenzen,
- Katasterneuerung der restlichen Gebiete mit provisorisch numerisierten Daten (Thun Los 17)

Nicht sämtliche Ebenen sind realisiert und nachgeführt. Dazu gehören z.B. die Textplatzierungen für die Plotmassstäbe 1:2000 und 1:5000. oder die die Positionierung der Gebäudeeingänge.
Der Datenbestand ist bezüglich Vollständigkeit und Qualität verifiziert. Diese erfolgt jede intern wöchentlich, extern monatlich im Rahmen der Datenabgabe **Z**usammenführung der **A**mtlichen **V**ermessung an das AGI des Kantons Bern.

2.2 Abweichung zum Datenmodell DM.01

Die Grundrissaufteilung gemäss DM.01AVBE in der Informationsebene „Bodenbedeckung" wurde bei der Migrationsphase von C-Plan nach GeosPro mehrheitlich bereinigt. Bestehende Differenzen werden in Zuge der Einführung des Datenmodell DM.01 und dem Projekt „Adressharmonisierung" der Stadt Thun bereinigt.

2.3 Beschreibung des Inhaltes und Detaillierungsgrad

Gebäudedaten der EO-Ebene
Der Detaillierungsgrad entspricht den kantonalen Vorschriften. In der Innenstadt wurden die Aufnahmen mit einer „Genauigkeit" von 5cm durchgeführt. Gebäudegrundrissdetails die 5 cm übersteigen wurde aufgenommen. Unterschiedliche Geschosshöhen eines Gebäudes oder spezielle Dachformen sind in der 2D-AV nicht erfasst.
Attikas und Dachaufbauten sowie Fahrnisbauten werden in der AV nicht geführt.
Gebäude- und Bauwerksdurchgänge und grosse Gebäudeeingangspartien, speziell in der Altstadt werden als Gebäudedetail geführt.
Flächige Gebäudeteile wie Fassadenbauten, Erker oder Vordächer werden geführt gemäss Anforderungen TVAV.

2.4 Vollständigkeit der InfoEbenen „Höhen"

In der Informationsebene „Höhen" liegen flächendeckend keine Daten vor. Mit den Los 15 wurden für die Erstellung des Orthofotos ein DTM erstellt. Dieses ist für die Bedürfnisse des 3D zu wenig genau und konnte auch als Grundlage für Bauvorhaben nicht eingesetzt werden. Eine im Rahmen des LWN Amt Thun durchgeführte Laserbefliegung für die Erstellung des Orthofoto Swissimage erfüllt die geforderte Genauigkeit von 0.5m nicht.

2.5 Bestehendes 3D-Modell: Bälliz von 1998 (Auftrag15627)

Ein Grossteil der Insel zwischen der inneren und äusseren Aare wurde bereits im 1998 als 3D-Modell umgesetzt (DXF Datei). Diese Daten wurden untersucht und sollen mit geringem Aufwand übernommen werden. Der Photogrammeter hat diese Daten ebenfalls im 3D Thun Pilotprojekt erneut ausgewertet.

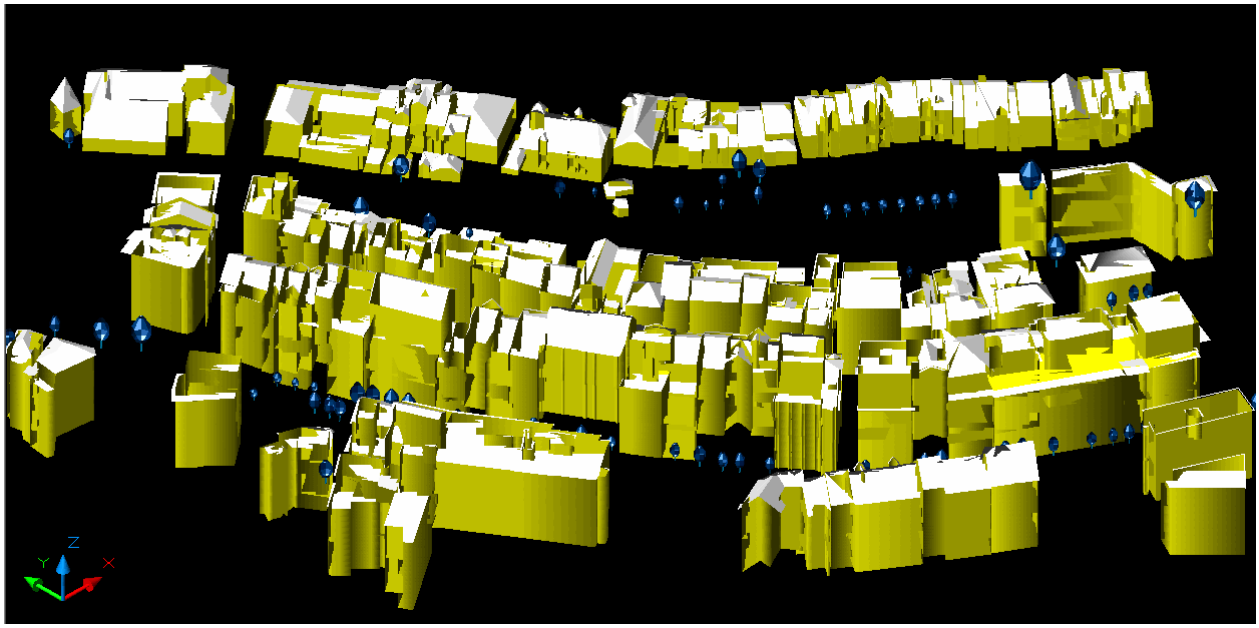


Abb. 3

Folgendes wurde bei der Sichtung der Daten von 1998 festgestellt:

1. Die generierten Fassaden stimmen nicht vollständig mit den Gebäudegrundrissen der AV überein (Lageverschiebung).
2. Gebäudegrundrisse der AV wurden für die Modellierung 1998 teilweise zusammenführt. Dies entspricht nicht den Vorgaben des Pilotprojektes und eine saubere Zuordnung zu den AV Grundrissen ist nicht gegeben (dxf2il).
3. Gebäudedetail wie Zugänge, Schaufensterfronten usw. fehlen.
4. Bei einzelnen Gebäuden fehlen Teile der Dachflächen. Hier muss das Gebäude allenfalls neu modelliert werden, da nicht sichergestellt ist, dass das Dach von 2006 mit den Fassadenhöhen von 1998 übereinstimmt (Höhenversatz)

Eine Darstellung der Daten von 1998 zusammen mit den 3D Thun Daten ist in Form eines DXF möglich unter Berücksichtigung der Punkte 1-4. Sollen sich die Daten jedoch ins Schema des Pilotprojektes einfügen und auch die Konvertierung dxf2il erfolgen, ist eine Neumodellierung sinnvoller.

3 Realisiertes 3D-Datenmodell und realisierter 3D-Dateninhalt

Ein INTERLIS 3D Datenmodell wurde im Pilot Thun nicht eingesetzt oder eingeführt. Mit dem eingesetzten AV-System können keine 3D Modelle vorgehalten werden. Grundsätzlich kommt das Bundesmodell DM01AV01D_3D zum Einsatz. Bei allfälligen notwendigen Erweiterungen, soll dieses analog dem umfassenderen Modell des Kantons Basel erfolgen.
Solange keine 3D-AV-Systeme auf dem Markt erhältlich sind, können die 3D-Daten nicht zusammen mit der AV in demselben Model vorgehalten werden.

4 Festsetzungen, Massnahmen, verwendete Richtlinien und Anleitungen

Die Arbeiten im Pilot Thun basieren auf den Grundlagen und Richtlinien wie sie im Pilot 3D Bettingen und Riehen Anwendung fanden. Diese wurden uns freundlicherweise von Herrn Walter Meier, Grundbuch- und Vermessungsamt Basel Stadt zur Verfügung gestellt.

Es handelt sich dabei hauptsächlich um [1]:

- Anleitung „Erfassung der TOPIC Einzelobjekte_3D / DXF Generierung der 3D-Objekt-Oberflächenelemente“ (Stand 31.09.06)
- Tabelle „Geobau_3D / Layerorganisation der Einzelobejekte_3D“ (Stand 6.2.06 KKVA/ArG)
- VR-GI Modeler Benutzerhandbuch V 2.4.4 (Stand 25.5.06)
- Steuerdateien zum VR-GI Modeler (Stand 20.09.2006)
- Anforderungen an die Erhebung der Dachlandschaften BS vom (Stand 21.6.99)
- Anforderungen an die Erhebung des digitalen Geländemodelles BS (Stand 02.07.98
- Anleitung des GVA zur Ersterhebung der Höheninformationen der Informationsebene“Einzelobjekte_3D“ und Ergänzungen der Informationsebene „Höhen“ (Stand Feb. 06)
- Anleitung „3D –AV-Modellierungsrichtlinien (Stand 13.2.06)

Betreffend Dateninhalt und Datenmodellierung wurde festgehalten, dass nur Objekt erfasst, resp. modelliert werden die gemäss AV-Datenmodell 2D erfasst und nachgeführt werden. Es werden flächendeckend keine zusätzlichen Details erhoben.
Die Genauigkeitsanforderungen richten sich nach den Vorgaben der Richtlinien des Handbuches des AGI. Bei der Auswertung der Photogrammetrie gilt eine Höhengenauigkeit von 10-15 cm.

5 Vorbereitende Massnahmen

5.1 Evaluation Felderfassungssoftware

Das Matrix-Tool von Leica Geosystems zur Erfassung der Punkte hat sich als schwerfällig und nicht ideal erwiesen. (-> W. Meier Bericht Bettingen)

Das neue Produkt fieldPro der Firma Leica ist grundsätzlich eine Software konzipiert für Architekturaufgaben, - aufnahmen von räumlichen Daten.

Einschränkungen sind aber, dass die klassischen terrestrischen Messmethoden nicht mit den geforderten Protokollierungen und Qualitätsnachweisen ausgestattet sind. Bei einer freien Station erfolgt kein Abriss mit Fehlerprotokoll.
Schwierig ist so eine Überprüfung der Qualität der Messungen. (gezielte Doppelaufnahme von Objekten und Punkten zur Kontrolle)

Eine Prüfung des System TachyCAD (Kontakt Denkmalpflege Basel), erfolgte nicht.

FAZIT:
Die klassische tachymetrische Messmethode hat sich als die einfachste und geeignetste Variante erwiesen. Da nur Objekte der AV aufgenommen werden, bleibt die aufgenommene Punktwolke überschaubar. Wichtig sind eine gut definierte Artcodeliste und die rasche Auswertung der Aufnahmen unter Einsatz von Fotografien bei den Feldaufnahmen.

5.2 Evaluation DTM Programm

Für die Ergänzung und Bearbeitung des photogrammetrisch erstellten DTM wird die Applikation VESTRA, AKG Software Consulting GmbH [2] welche auf GeoMedia Professional läuft, getestet.

[1] Siehe Dokumentenliste Kapitel 19.1
[2] http://www.akg-software.de

Mit VESTRA kann die erforderliche DTM Verbesserung und Berechnung vorgenommen werden. Es besteht die Möglichkeit Bruchkanten und einzelne Terrainpunkte in das DTM einzurechnen. Die veränderte Dreiecksvermaschung kann anschliessend als DXF exportiert werden.

FAZIT:
Das Programm hat sich für uns abschliessend als die richtige Wahl herausgestellt. Es ermöglicht uns, zusammen mit der eingesetzten Vermessungssoftware, einen durchgehenden Datenfluss von der Aufnahme der Terrainpunkten bis zum Terrainmodell oder Höhenkurvenplan.

5.3 Artcodeliste

Dazu wurde als Grundlage die Artcodeliste aus dem Dokument „Anleitung des GVA zur Ersterhebung für die 3D-AV" beigezogen.

Diese Codeliste wurde noch verfeinert und zur Integration ins GIS-System als INTERLIS-Modell vorbereitet. [3]

5.4 VR-GI Modeler

Für das Pilotprojekt wurde die Software VR-GI Modeler Version 2.4.6 Static entwickelt von Markus Meier, USA eingesetzt. Mit dieser lassen sich 3D-Objekte und 3D-Gebäude im DXF (für GIS und CAD-Systeme) sowie im VRML97 Format (für 3D Internetbrowser) generieren.

5.5 Programmentwicklungen

Einzelne DXF pro Layer erzeugen (dxflayer2file)
Für die Verarbeitung der DXF Daten mittels dem VR-GI Modeler muss pro DXF-Layer eine eigene DXF Datei erstellt werden. Anstelle des manuellen Abspeicherns der Layer in einem DXF haben wir ein VBA-Script als Makro im AutoCAD eingesetzt. Dieses erstellt im Batch pro DXF-Layer eine DXF Datei.[4]

5.6 Weiterbildung und Schulung

Um Daten für die 3D Bearbeitung zu Erfassen und vorhalten zu können müssen die Mitarbeiter an folgenden Programmen ausgebildet oder geschult sein:

- Einführung in das Thema dritte Dimension der AV und die sich ergebenden Konsequenzen.
- Kenntnis des VR-GI Modeler
- Gute bis sehr gute CAD-Kenntnisse
- Kenntnisse und Verständnis der Datenmodellierungssprache INTERLIS
- Erfahrung im Erfassen, Berechnen und nachführen von DTM

Vorausgesetzt wird die Kenntnis der einschlägigen Vermessungsvorschriften und Richtlinien.

Für das Projekt wurden zwei Mitarbeiter ausgebildet an den Programmen. (ein Ingenieur FH/NDSI und ein Geomatiker FH im Studium)

[3] Siehe Artcodeliste Kapitel 19.6
[4] siehe VBA-Script Kapitel 19.7

6 Eingesetztes Instrumentarium und verwendete Programme und Systeme

Feldinstrumente:
Tachymeter: Leica TCR1101 und Leica TCR1103
Feldcomputer: Nein

Fotogrammetrische Instrumente und Software:
Die Auswertung erfolgte an der digitalen Station KLT und am analytischen Gerät DSR-14.

Software zur Modellerstellung:

Punktberechung:	Geos Pro auf GeoMedia Professional
DTM – Bearbeitung:	Vestra auf GeoMedia Professional
3D-Konstruktionen:	Autodesk Map 2004
3D Modellgenerierung:	VR-GI Modeler Version 2.4.4

7 Ersterhebungsverfahren und Abläufe

7.1 Photogrammetrie

Abbildung 4 zeigt die Auswertung der Dachlandschaft und den Perimeter der DTM Auswertung durch den Photogrammeter.

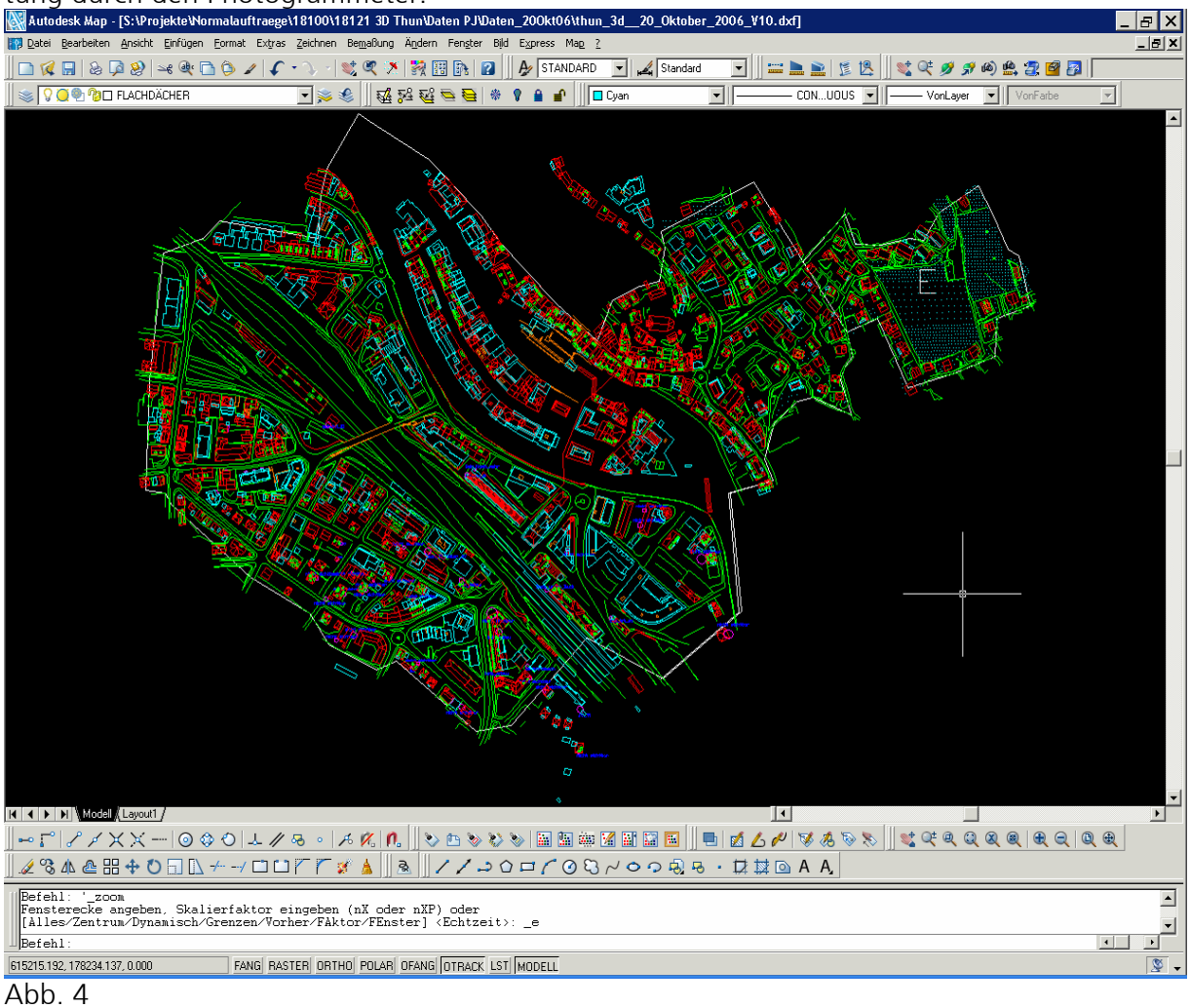


Abb. 4

Statistische Angaben zur photogrammetrischen Auswertung sind im Kapitel 15.2 aufgeführt.

7.2 Photogrammetrische Auswertungen

Die Photogrammetrie Perrinjaquet AG hat im Frühsommer 2005 im Norden von Thun für ein Strassenbauprojekt ein digitales Terrainmodell erstellt. Die Bilder wurden im Massstab 1:4500 geflogen und das 15 cm Objektiv verwendet. Bei dieser Gelegenheit wurde der Flugperimeter erweitert und auf eigene Kosten die Stadt Thun mit 5 Linien überflogen. Diese Aufnahmen decken den Perimeter ab und sind für die Datenerfassung im Pilotprojekt gut geeignet. Die erreichbare Höhengenauigkeit beträgt 10 - 15 cm. Im Bereich der Innenstadt (Bälliz) zwischen der Inneren und Äusseren Aare sowie beim Schlossberg erfolgten durch den Fotogrammeter trotz guter Einsicht keine Auswertungen für das DTM. Diese müssen aufwendig terrestrisch aufgenommen werden. (siehe blauer Perimeter Abbildung 5)

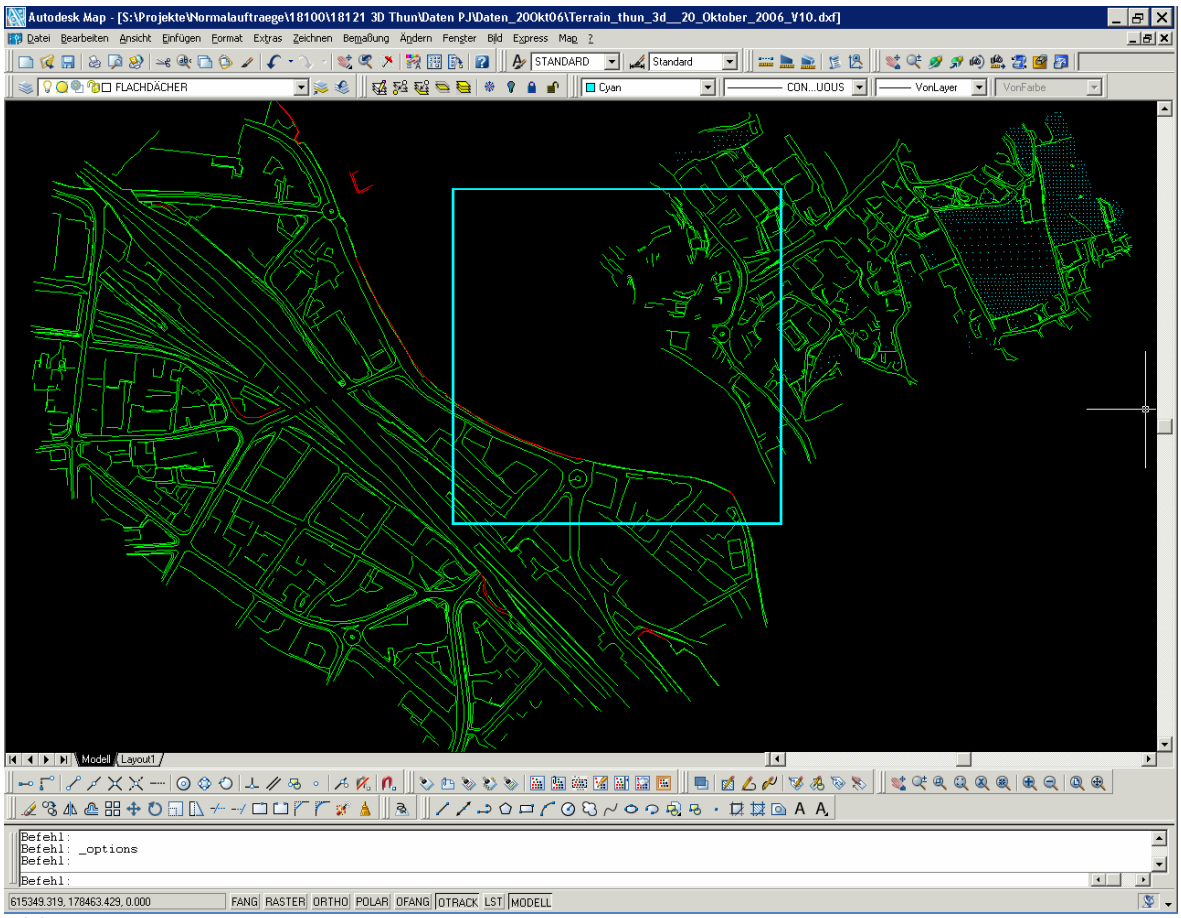


Abb. 5

Von Herrn Walter Meier GVA des Kantons Basel-Stadt wurden uns die Anforderungen an die Auswertung des Photogrammeters zur Verfügung gestellt. Diese Anforderungen wurden im Projekt 3D Thun angewandt.[5]

7.3 Terrestrische Aufnahmen

Die Daten der amtlichen Vermessung und die fotogrammetrischen Auswertungen stehen zur Verfügung. Mit den oben beschriebenen Methoden, Instrumenten und Programmen werden die geforderten Daten nach folgendem Ablauf erhoben:

[5] Anforderungen an die Auswertung des Photogrammeters Kapitel 19.5.1

7.3.1 Feldvorbereitung

Die Gebäude der amtlichen Vermessung werden mit den fotogrammetrischen Auswertungen der Dachlandschaft verglichen. Hier erfolgt eine erste visuelle Prüfung der Daten des Photogrammeter.

Es sind folgende Fälle zu unterscheiden:

a) Dach wurde vergessen auszuwerten (zurück an den Photogrammeter)

b) Dach ist infolge Bewuchs (Baum oder ähnlich) nicht einsehbar. (terrestrische Aufnahme)

c) Es wurde ein Dach ausgewertet es besteht aber kein AV Grundriss. (Prüfung Stand Nachführung)

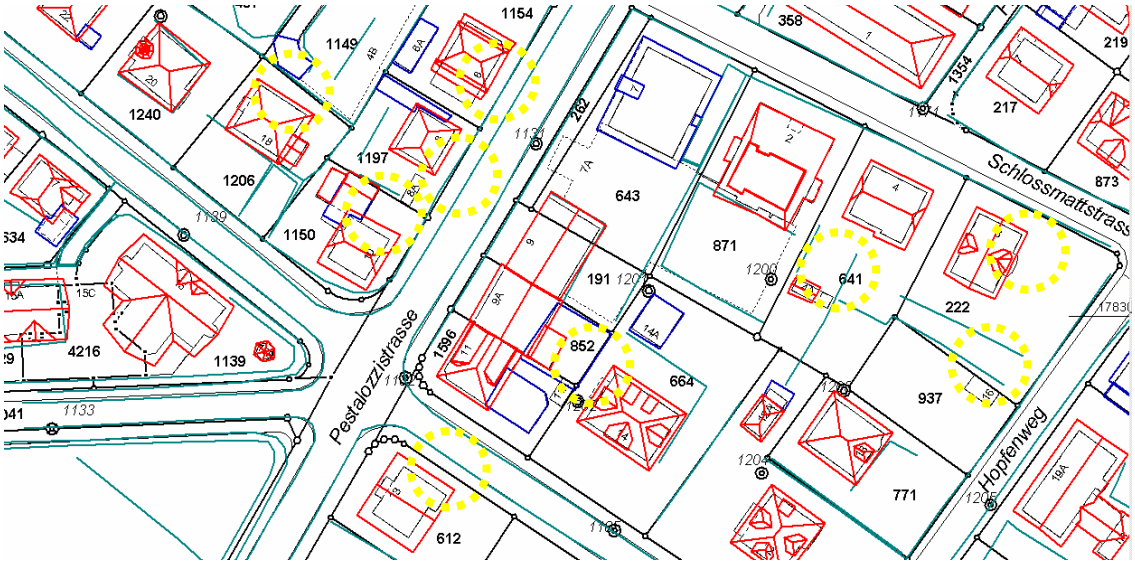


Abb. 6

Die gelben Umkreisungen in der Abbildung 6 kennzeichnen die Fälle a) bis c). Zudem ist ersichtlich, wo photogrammetrisch Bruchkanten (grün) ausgewertet wurden und wo demzufolge terrestrisch Bruchkanten erhoben werden müssen.

Einzelobjekte werden auf den AV-Plänen erkannt und für die Feldaufnahme vorgesehen. Mauern, Treppen und Unterführungen sind die wichtigsten Objekte, die höhenmässig bestimmt werden. Diese haben einen Einfluss auf das DTM welches verfeinert wird für die Modellierung.

Es wird überprüft, ob bei den zu verwendenden LFP3-Punkten Höhenangaben vorhanden sind. Der Umstand das LFP3 ohne Höhen vorhanden sind besteht auf Grund der verschiedenen Vermessungsepochen und den damaligen Anforderungen. HFP Punkte können für die Auswertung der Feldaufnahmen nicht in die Auswertung eingebunden werden. Die Lage der HFP ist nicht genügend genau vorhanden.

7.3.2 Feldaufnahmen

Die Punkte werden gemäss der Anleitung des GVA[6] aufgenommen. Dieses kann in Bezug auf die Art und Weise der Aufnahme übernommen werden. Die Aufnahmekriterien hingegen differieren und werden in Kapitel 19.8 beschrieben.

Bei Punktstationierungen wird an mindestens ein LFP3 mit Höhe angeschlossen.

[6] Ersterhebung der Höheninformation der InfoEbene „Einzelobjekte_3D“ und Ergänzung der InfoEbene „Höhen“ siehe Dokumentenliste Kapitel 19.1

Bei Freier Stationierung wird an mindestens zwei LFP3 mit Höhe angeschlossen.

In beiden Fällen wird im Maximum ein Grenzpunkt als Anschluss verwendet.

Bei reflektorloser Detailpunktaufnahme wird die Höhe auf 0.002m gesetzt, da die Höhe 0.000m in GeosPro als „keine Höhe" interpretiert wird.

Als Kontrolle der fotogrammetrischen Auswertungen, wird bei ausgewählten Gebäuden das Dach aufgenommen.

Komplizierte und aufwändige Objekte werden während der Feldaufnahmen mit einer Digitalkamera fotografiert. Dies erleichtert die Konstruktion und Auswertung der Aufnahmen im Büro.

Die Aufnahmen erfolgen mit den aus der AV vorliegenden Stationsprotokollen unter Eingabe der entsprechenden Artcodes [7]

7.3.3 Administratives

- Die Felddaten werden im GSI-Format [8] im entsprechenden Auftragsordner abgelegt.
- Das Format sollte wie folgt aussehen 25072006.gsi (Tag, Monat, Jahr)
- Alle Stationsblätter [8] und Protokolle werden analog der Felddaten benennt und abgelegt.
- Allfällige Fotos werden bei den Felddaten abgelegt

7.4 Büro, Auswertung der Aufnahmen

Alle Aufnahmen werden in Geos Pro berechnet. Dabei ist zu beachten, dass alle Höhen korrekt eingelesen und berechnet werden, da für diese keine visuelle Kontrolle besteht. Die Punkte werden gemäss AV-Richtlinien und Toleranzstufen berechnet.

Die berechneten Punkte werden entweder als Ergänzung des DTM (Informationsebene „Höhen") oder der Informationsebene „3D-Einzelobjekte" unterschieden.

Bruchkanten werden nach Bedarf vorgängig in AutoCAD konstruiert und im GeosPro-VESTRA in das bestehende DTM einberechnet.

Die restlichen Punkte werden in ein DXF exportiert und so in AutoCAD und dem VR-GI Modeler weiterverarbeitet.

7.4.1 Aufnahmekriterien für die Ergänzung der Informationsebene „Einzelobjekte"

Objekte welche nicht in der Informationsebene „Einzelobjekte 2D" vorhanden sind, werden nicht zusätzlich aufgenommen. Für detaillierte Aufnahmekriterien siehe Anleitung Ersterhebung der Höheninformationen der Informationsebene"Einzelobjekte_3D" und Ergänzungen der Informationsebene „Höhen" des GVA Basel-Stadt. [9]

7.4.2 Aufnahmekriterien für die Ergänzung der Informationsebene „Höhen"

Für detaillierte Aufnahmekriterien siehe Anleitung des GVA Basel Stadt zur Ersterhebung der Höheninformationen der Informationsebene"Einzelobjekte_3D" und Ergänzungen der Informationsebene „Höhen" [9].

[7] Artcodeliste Kapitel 19.6

[8] Beispiel GSI-File und Berechnungsportokoll Kapitel 19.4

[9] Ersterhebung der Höheninformation der InfoEbene „Einzelobjekte_3D" und Ergänzung der InfoEbene „Höhen" siehe Dokumentenliste Kapitel 19.1

7.5 Grundlagen des DTM

Die Berechnung des digitalen Terrainmodells erfolgt aus den photogrammetrisch ausgewerteten Bruchkanten (ev. ergänzt mit Massenpunkten) und den terrestrisch aufgenommenen Bruchkanten. Diese werden nach folgendem Ablauf bearbeitet:

7.5.1 Verbesserung des DTM mit terrestrischen Aufnahmen

Alle Grundlagen, die zur Berechnung des DTM dienen (meistens nur Bruchkanten), werden in ein DXF ausgegeben und bearbeitet.

Die photogrammetrischen Auswertungen werden als DXF geliefert.

Die terrestrisch aufgenommenen Bruchkanten (Punkte) müssen aus GeoMedia in ein DXF exportiert werden. In AutoCAD können die Bruchkanten konstruiert und an die bestehenden photogrammetrischen Bruchkanten angepasst werden.

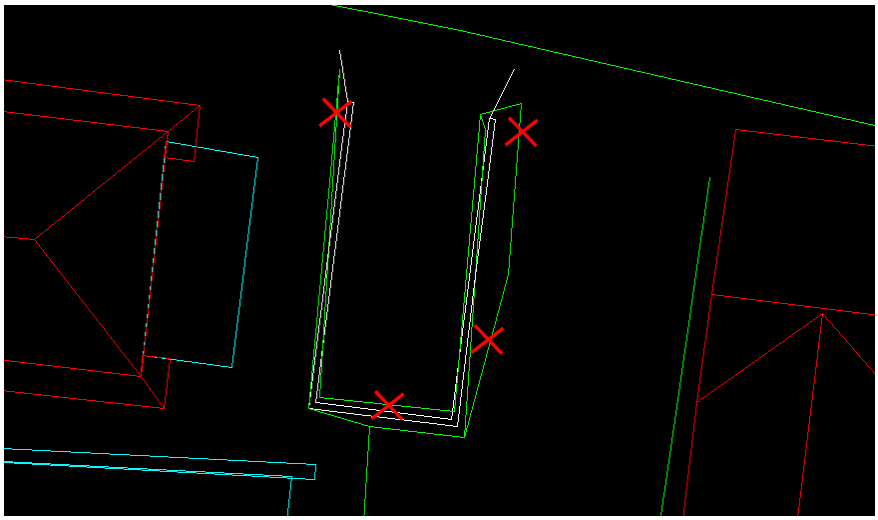


Abb. 7

Im obigen Beispiel (Abbildung 7) wurde eine Bruchkante (weiss) rund um die Mauer aufgenommen. Diese wurde im AutoCAD so konstruiert, dass sie genau auf die Umrisse der bestehenden Mauer in der Informationsebene „Einzelobjekte“ passt. Die alte, ungenauere, photogrammetrisch ausgewertete Bruchkante (grün) kann gelöscht werden.

Bruchkanten dürfen nicht direkt oder zu nahe übereinander liegen. D.h. für die Berechnung in VESTRA ist ein Mindestabstand von ca. 3-5 cm erforderlich.

Für die Bearbeitung des DTM hat sich herausgestellt, dass es sinnvoll ist im gleichen Zuge Mauern, Treppen, Unterführungen und andere Einzelobjekte in Bodennähe zu konstruieren. Deshalb werden alle Elemente in Bodennähe in einem DXF verwaltet. Im Gegensatz dazu, werden alle Gebäude, Aufbauten, Vordächer und Unterstände in einem separaten DXF verwaltet und für die Modellierung bearbeitet.

7.5.2 DTM Bearbeitung mit VESTRA [10]

Das DXF mit allen Bruchkanten wird ins VESTRA importiert. Daraus berechnet sich ein DTM in Form einer Dreiecksvermaschung, welche anschliessend als DXF exportiert werden kann.

[10] Anleitung DTM Bearbeitung Kapitel 19.3

7.5.3 Verwaltung der DTM Daten

Die Bruchkanten und Terrainmassenpunkte können in Datenmodell DM.01 in den TOPIC Hoehen verwaltet werden. Für Höhenkurven besteht ebenfalls die Möglichkeit der Verwaltung im DM.01 im TOPIC Hoehenkurven. Nachführungen erfolgen mittels der Artcodelist für die Aufnahme, dem Berechnungsprogramm GeosPro und dem Programm VESTRA für die Generierung des DTM (Dreiecksvermassung)

7.6 Modellierung der Gebäude und Objekte

7.6.1 Flächenaufteilung

Bevor die Gebäude und Einzelobjekte mit dem VR-GI Modeler modelliert werden können müssen sie in AutoCAD angepasst und vorbereitet werden:

- Alle Gebäude, BO-Flächen, Einzelobjekte und Dächer werden gemäss Geobau_3D Layerorganisation aufgeteilt.[11]
- Das DXF sollte nun folgende Daten enthalten:
    - Giebeldächer
    - Flachdächer
    - Aufbauten_Giebeldach
    - Aufbauten_Flachdach
    - Gebäude Hauptumrisse aus Geobau2 (Layer 1211)
    - Gebäudedetails aus Geobau2 (Layer 1311)
    - Übrige Objekte wie Treppen, Mauern etc. aus Geobau2 (ca. Layer 1312 – 1363)
- Es werden alle sich **gegenseitig überlappenden Hauptdachflächen** (Giebeldächer) in die entsprechenden Layer aufgeteilt[12]
- Alle Gebäudegrundrisse aus der AV werden entsprechend zugeteilt
- Dasselbe Schema wird für alle Hauptdachflächen (Flachdächer), Attikas und Dachaufbauten angewendet. Spezialfälle, wie Mauern, Treppen, Gebäudedetails und andere EO, sind im Kapitel 19.8 und Kapitel 11 näher beschrieben.
- Zusätzlich werden die Hauptdachflächen aufgeteilt, wenn sie sich innerhalb des gleichen Grundrisses überlappen oder unterschiedliche Niveaus besitzen. D.h. es müssen auch entsprechend die Gebäudegrundrisse aufgeteilt werden.

8 Meldewesen, Nachführungsverfahren und Abläufe

Abschliessende Prozesse für das Meldewesen und die Nachführung liegen nicht vor.
Für die Nachführung der Gebäudegrundrisse kann auf das Meldewesen und Abläufe der Gebäuderevision zurückgegriffen werden. Alle meldepflichtigen Gebäudeänderungen liegen vor.

Hier in groben Zügen stichwortartig der Ablauf der Nachführung bezüglich der Gebäude (ohne Einzelobjekte):

[11] Anleitung „Geobau_3D / Layerorganisation der Einzelobjekte_3D….." in der Dokumentenliste
[12] Anleitung „Erfassung der Topic Einzelobjekte_3D" in der Dokumentenliste

1. Festlegen einer periodischen Befliegung des Gebietes
2. Im Rahmen der Gebäuderevision, bei einzelnen gut einsichtbaren Dächern von Neubauten, terrestrisch die Höhe der Dacheckpunkte bestimmen. (Verifikation der Auswertung des Photogrammeters)
3. Dokumentation von Dachform, -typ und -höhe im Gebäude-Revisionsplan
4. Führen einer Liste mit den seit der letzten Auswertung der Dachlandschaft veränderten Gebäude
5. Periodische Auswertung der neuen Dachflächen durch den Photogrammeter auf Grundlage der Liste der veränderten Gebäude
6. Einarbeiten der neuen resp. veränderten Gebäude und Dächer in das 3D Modell.

9 Dokumentation und Verifikation

Überprüfung der fotogrammetrischen Auswertungen

Zur Überprüfung der fotogrammetrischen Auswertungen wurden einige Dachpunkte zusätzlich terrestrisch aufgenommen. Dabei wurden folgende Differenzen festgestellt:

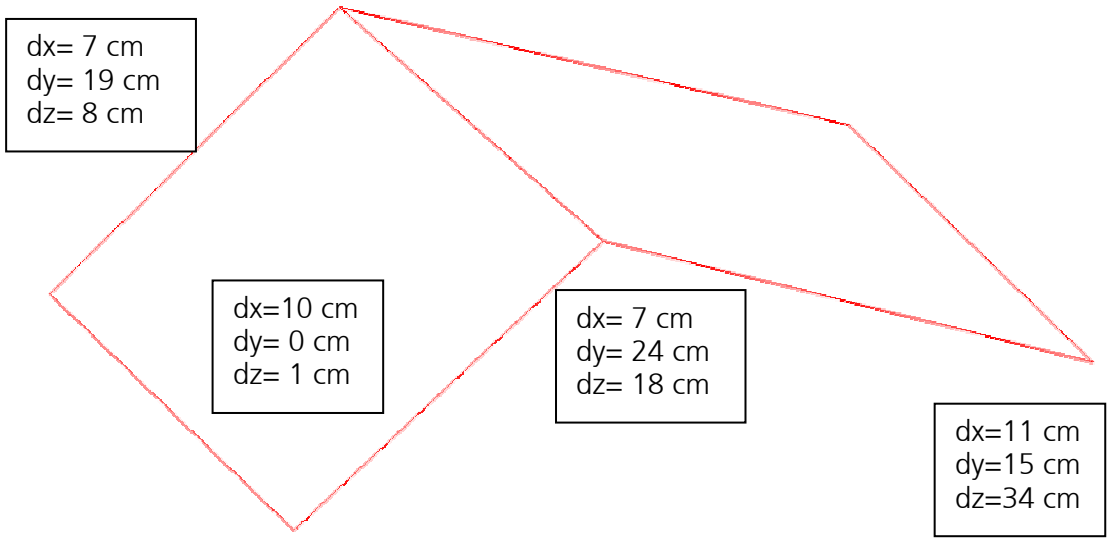


Abb. 8

Aufgenommene Dachpunkte:

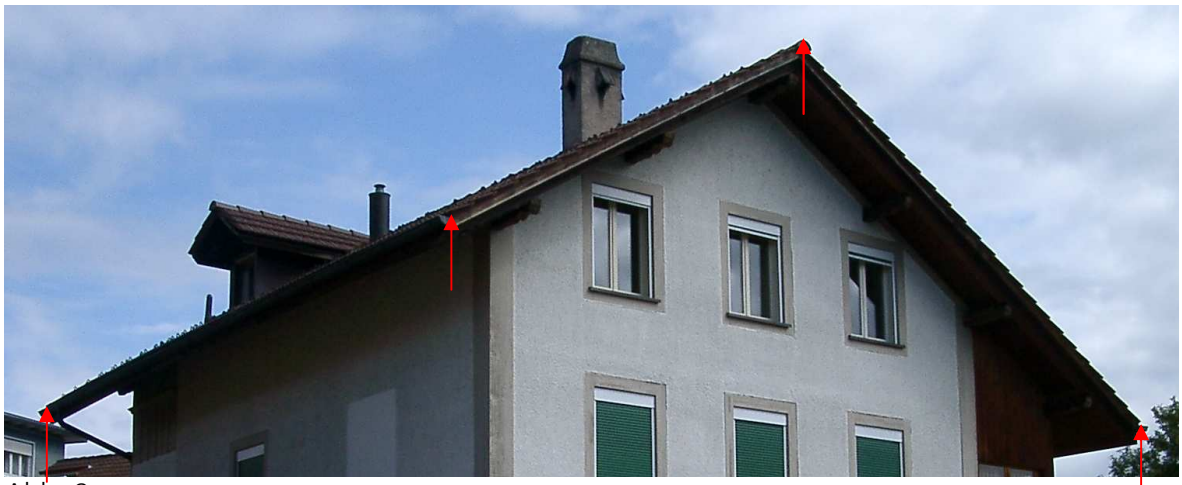


Abb. 9

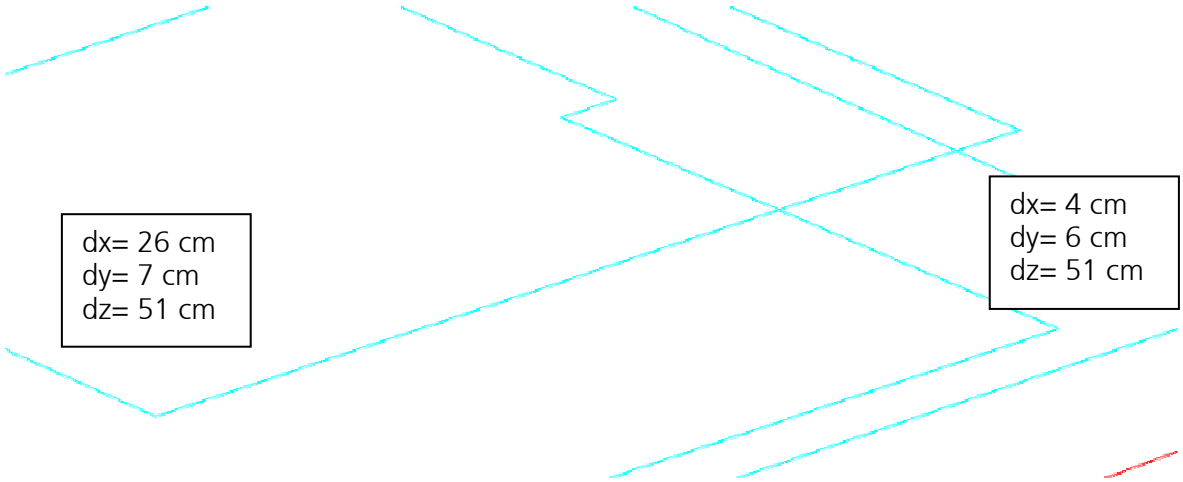


Abb. 10

Bei diesem Flachdach wurden Differenzen in der Höhe von bis zu einem halben Meter festgestellt. Frage: Wird bei einem Flachdach eine allfällige Brüstung ausgewertet oder nicht? Gemäss Vorgaben der Auswertung haben die Koten der Höhe der Aussenmauer zu entsprechen.

Die gemessenen Differenzen liegen innerhalb der erwarteten Genauigkeit und decken sich gemäss mündlicher Aussage von W. Meier mit den Erfahrungen der Pilotprojekte in Basel.

10 Datenmodell und Detaillierungsgrad der InfoEbene Höhen

Durch den Photogrammeter wurden im Pilotprojekt Massenpunkte wie auch Bruchkanten ausgewertet. Im Datenmodell DM.01-AV-BE10D können im TOPIC Hoehen in der TABLE Hoehenpunkt, Massenpunkte von Terrainaufnahmen und in der TABLE Gelaendekante, Bruchkanten die Strukturlinien verwaltet werden. Mit der Table Aussparung ist sogar das Verwalten von Aussparungsflächen möglich.
Der Detaillierungsgrad der InfoEbene Höhen richtet sich nach der Wahl der Modellierung. Werden nur die Gebäude modelliert ist die Auswertungsgenauigkeit die der Photogrammeter liefert meist ausreichend. Sollen jedoch Details wie Einfahrten in Tiefgaragen, Mauern, Treppen etc. auch modelliert werden, sind zusätzliche terrestrische Aufnahmen vorzunehmen.

Die Anzahl ausgewerteter Massenpunkte und Bruchkanten sind im Anhang Kapitel 15.2 ersichtlich.

11 Aufgetretene Probleme, Problemlösungen und Empfehlungen

11.1 Checkliste 3D Bearbeitung

Wichtig ist, dass vor Beginn der Arbeiten die Daten der amtlichen Vermessung gesichtet werden. Dazu wäre eine Kurzcheckliste ideal die den unerfahrenen Bearbeiter auf die in Bericht erwähnten Hürden hinweist. Ein Entwurf ist im Kapitel 19.2 zu finden.

11.2 Anzahl Treppenstufen

Die Anzahl der Treppenstufen in den GB-Plänen stimmt mit der effektiven Anzahl im Feld nicht zwingend überein.

Wir haben uns entschieden die Anzahl der Treppenstufen für das 3D Projekt aus der AV zu übernehmen. Die Stufen sind nicht als Flächenelemente erfasst. Das heisst, für die Darstellung im 3D ist eine Nachbearbeitung notwendig.

Da die Anzahl der Treppenstufen in der AV belassen wird, kann ein weniger aufwändiges Aufnahmeverfahren angewendet werden als in der Anleitung [13] des GVA-BS. (Siehe Kap. 7.2.6).

Es wird nicht die Höhe pro Stufe aufgenommen, sondern die Höhendifferenz der gesamten Treppe auf die Anzahl Stufen verteilt.

Wie die Treppen im GIS-System erfasst werden entnehmen sie der Beschreibung im Kapitel 19.5

11.3 Unklarheiten in der Informationsebene „Bodenbedeckung“

Als Beispiel seien hier die Fahrradunterstände links der Mönchstrasse beim Bahnhof Thun erwähnt. Diese werden im Datenmodell 2D-AV im der Tabelle „BoFlaeche“ geführt als Gebäude. Es sind aber Unterstände und verfügen nicht über einen Gebäudeumriss. Diese Unterstände sind in der AV nicht in der Table „BoFlaeche“ zu führen sondern als Einzelobjekt Flaechenelement mit Art „Unterstand“.

Ist der Unterstand als Gebäude erfasst wird bei der 3D Modellierung ein Gebäude mit Fassade generiert.

[13] Ersterhebung der Höheninformation der InfoEbene „Einzelobjekte_3D“ und Ergänzung der InfoEbene „Höhen“

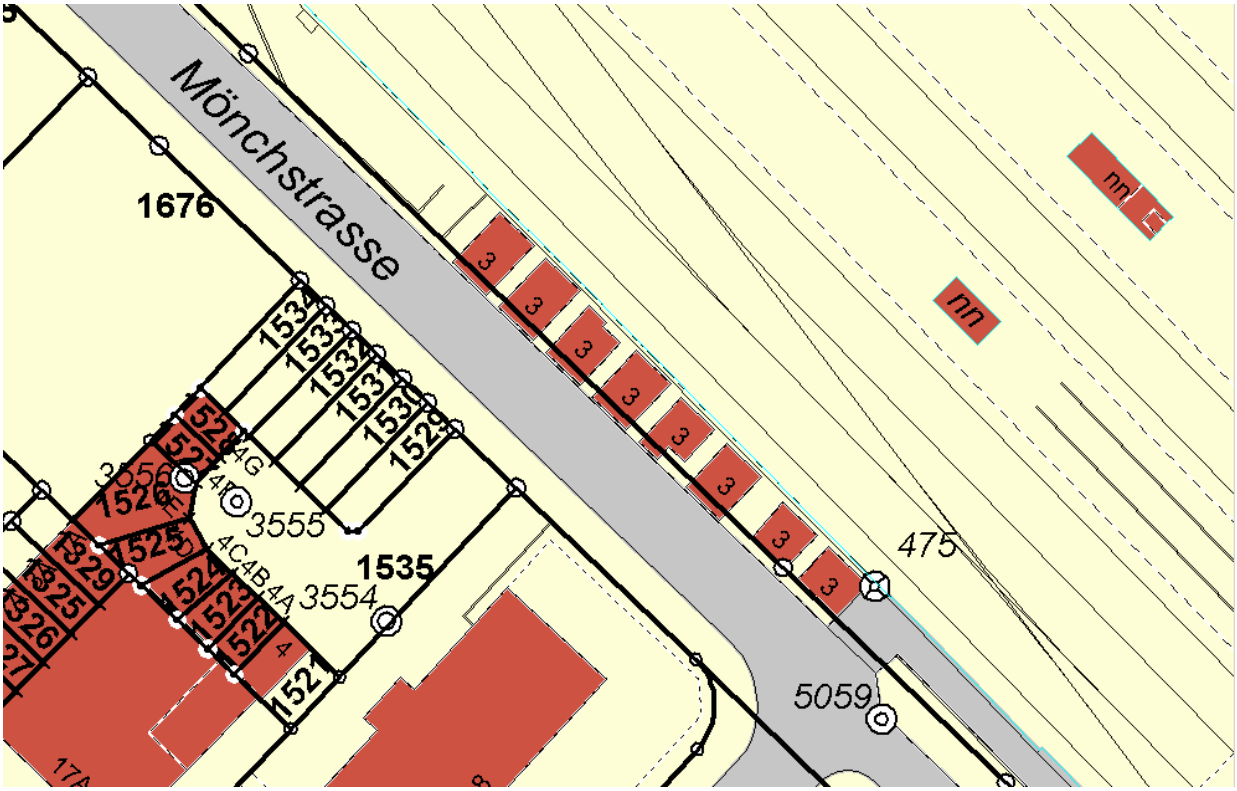


Abb. 11

11.4 Unklarheiten in der Informationsebene „Einzelobjekte“

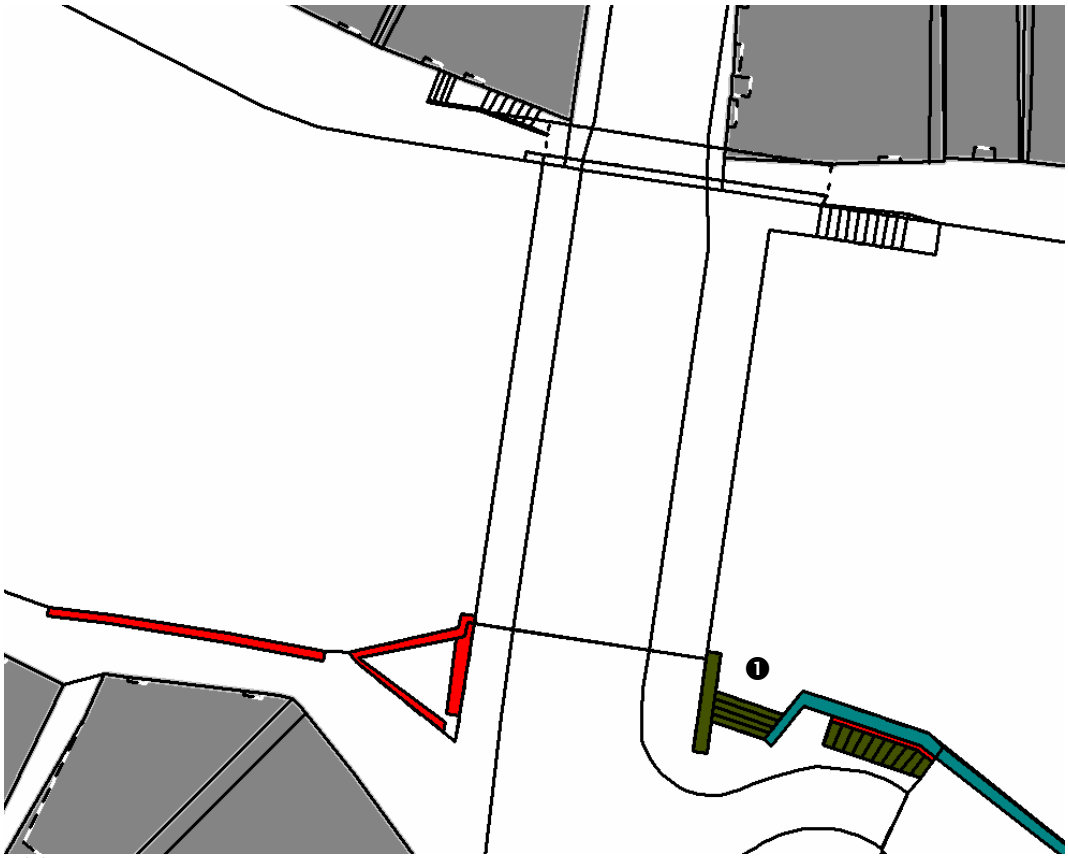


Abb. 12

Mauern wurden bereits als Bodendeckungselemente (rot) oder Flächenobjekte (türkis) erfasst. Grün sind wichtige Treppen, die Fläche ❶ umfasst aber auch die Mauer links davon. Nördlich der Aare sind die Treppen als Einzelobjekte Linienelemente und die Mauern ebenfalls als Einzelobjekt Linienelement erfasst.

Für die 3D Modellierung sind die Mauern dahingehend zu aufzubereiten, das die Mauern als geschlossenes Flächenelemente vorliegt.

Im Fall ❶ sind die Treppe und die Mauer in zwei Flächenelemente zu trennen.

11.5 Definitionsdifferenzen bei Gebäudedetail oder Sockel

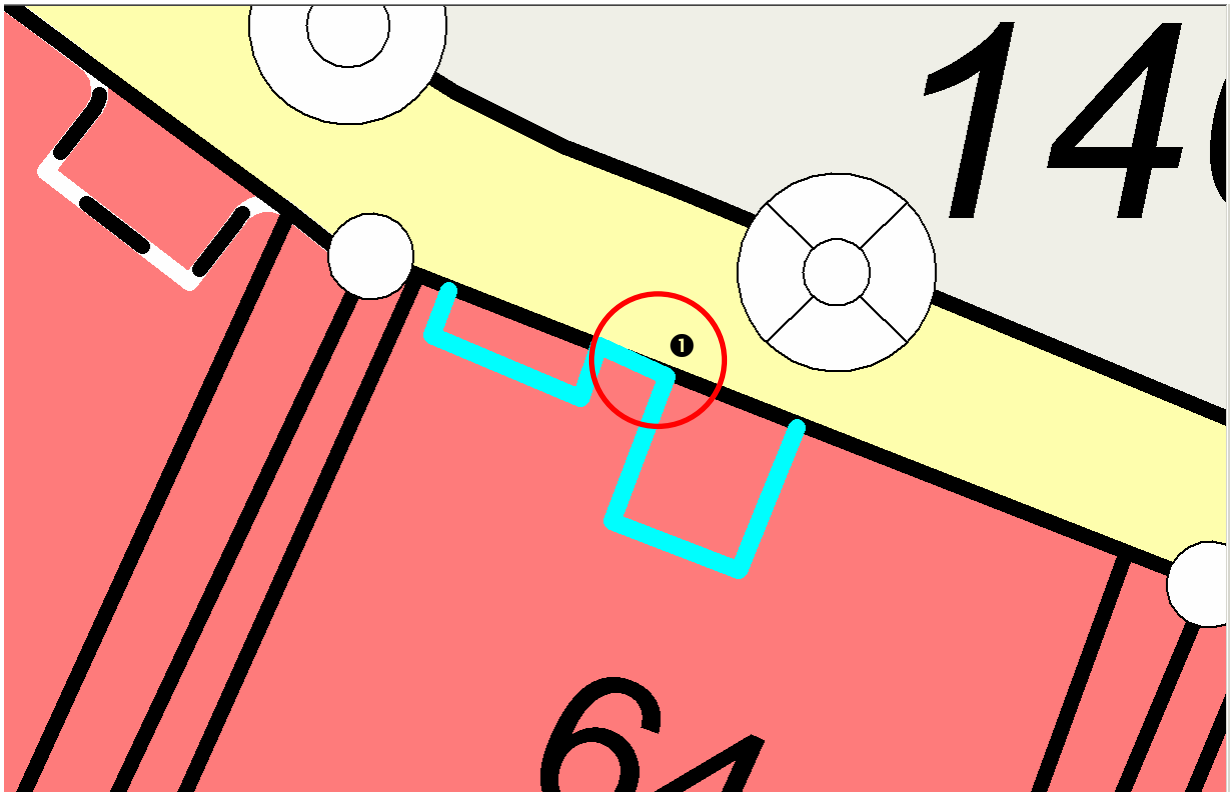


Abb.13

In der Abbildung 13 wurde die Definition der Linien des Gebäudedetails, nicht exakt durchgeführt. Das heisst der Stützpunkt ❶ der Liniendefinition liegt nicht auf der Linie des Gebäudehauptumrisses. Für die Berechnung des 3D Modells ist dies nicht entscheidend sollte in der AV aber behoben werden. Im Fall eines Gebäudesockels der über den Gebäudeumriss ragt wird der Sockel entsprechend modelliert.

11.6 Gebäudeeingänge und Fenster

Bei der Begehung vor Ort wurde festgestellt, dass Gebäudeeingangspartien oder Schaufenster die gemäss Grundbuchplan bestehen nicht mehr vorhanden sind. Ebenfalls sind Gebäudedetails vorhanden die sich als Fensterfronten oder einzelne Türen entpuppten. Für die Generierung der 3D-Fassaden bedeutet dies einen nicht zu unterschätzenden Mehraufwand. Sind die Gebäudedetails zudem höhenmässig unterschiedlich erfordert dies oft 2 und mehr Gebäudeumrisse für die Modellierung.

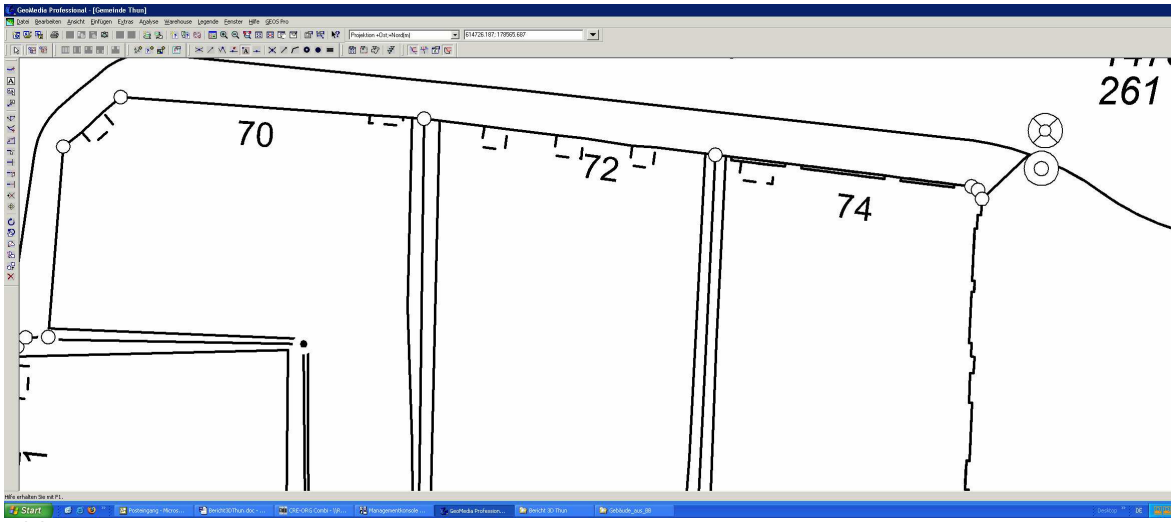


Abb. 14

In Abbildung 14 sind beim Gebäude 72 die Hauseingänge nicht ebenerdig sonder erhöht (Stufe). Beim Gebäude 74 handelt es sich rechts um Schaufenster die nicht ebenerdig sind. Mutationen bei Schaufenster und Gebäudeeingängen sind nicht meldepflichtig.

Mögliche Varianten der Vorgehensweise für die 3D Modellierung:

a) bei Modellierung nicht erfassen (fehlen dann bei Umsetzung dxf2il)

b) berücksichtigen bei Modellierung und Nachführung bei Veränderungen

c) Weglassen von Hauseingängen (nur Tür) und Schaufenstern.

Im Pilotprojekt wurden die Gebäudeeingangspartien (Türen, Schaufensterfronten) berücksichtigt.

11.7 Attikas und Dachaufbauten

Bei der Auswertung der Dachlandschaft werden zu den Hauptdachflächen auch die Dachaufbauten und Attikas ausgewertet. Beides Elemente die in der amtlichen Vermessung nicht vorgehalten werden.
Die Auswertung der Attikas und Dachaufbauten erfolgte im Pilot 3D Thun wenn die grösste Ausdehnung 3 m übersteigt. Bei einer künftigen Datenabgabe 3D ist darauf hinzuweisen, das Dachaufbauten welche den Mindestanforderungen nicht entsprechen, im Datensatz fehlen.

Auszug aus Baureglement der Stadt Thun Art. 19 Abs.2 zum Thema Attika

2 Auf Flachdächern kann zusätzlich zur maximalen Geschosszahl und Gebäudehöhe ein Attikageschoss erstellt werden.

Im Anhang 1 des Baurelementes der Stadt Thun ist unter dem Kapitel „Darstellung und Erläuterung zur Messweise“ folgendes nachzulesen.

1.3 Dachausbau und Attikageschoss
Dachaufbauten, Dacheinschnitte und Dachflächenfenster dürfen zusammen nicht mehr als 50% der Fassadenlänge des obersten Geschosses betragen.

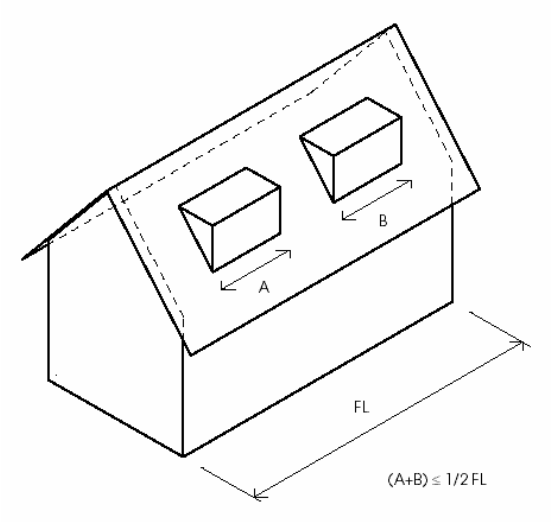


Abb. 15

Volumen und Dachform des Attikageschosses können innerhalb der äusseren Begrenzung, wie sie sich durch ein gleichgeneigtes Satteldach mit einer Kniewandhöhe von 1.0 m und einer Dachneigung von 40° ergeben würde, frei gewählt werden. Technische Aufbauten dürfen die Begrenzung des Attikageschosses um das technisch bedingte Minimum überragen, Vordächer über offenen Sitzplätzen auf maximal 50% der Fassadenlänge.

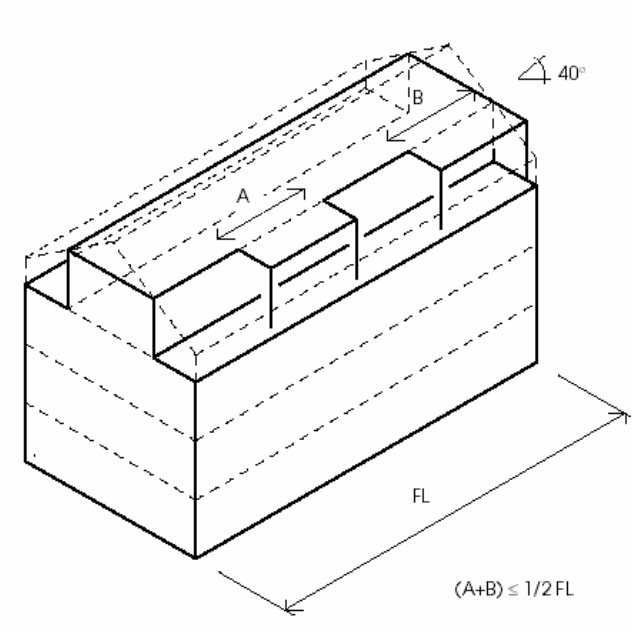


Abb. 16

Wichtig ist, dass vor der Photogrammetrischen Auswertung klar geregelt ist, wann es sich um ein Attikageschoss und wann um einen Dachaufbau handelt.
Die getroffene Abgrenzung ist mit den Baubehören zu klären.

Die Auswertung der Dachaufbauten und Attikas erachten wir als sinnvolle und zweckdienliche Zusatzinformation.
Diese können durch den Photogrammeter effizient und flächendeckend zeitgleich mit den Hauptdachflächen ausgewertet werden.

Die visuelle Wirkung eines Modells mit oder ohne Dachaufbauten zeigen die Abbildungen 19 (mit Aufbauten) resp. Abbildung 20 (ohne Aufbauten).

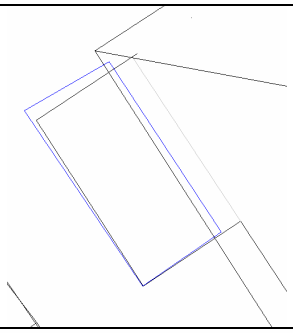
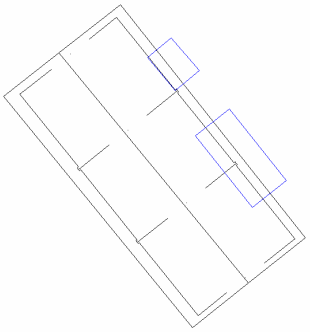
Für eine detaillierte Modellierung sind diese Informationen notwendig.

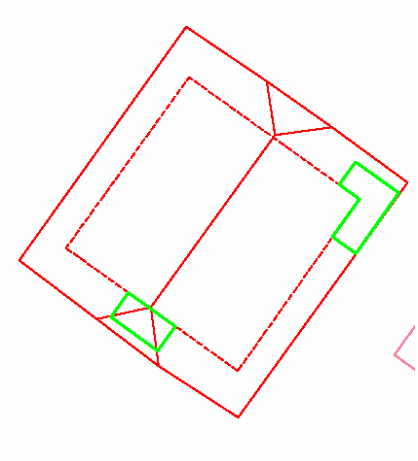
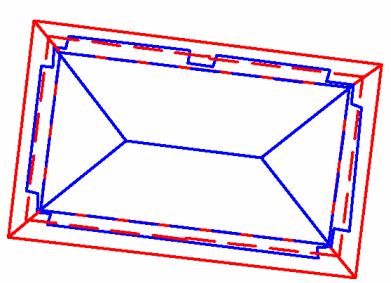
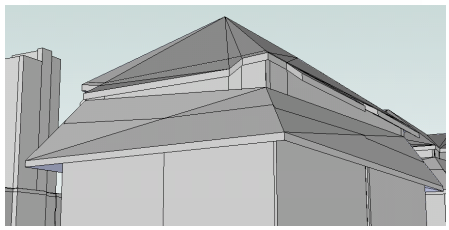
11.8 Komplexe Gebäude, resp. hoher Detaillierungsgrad

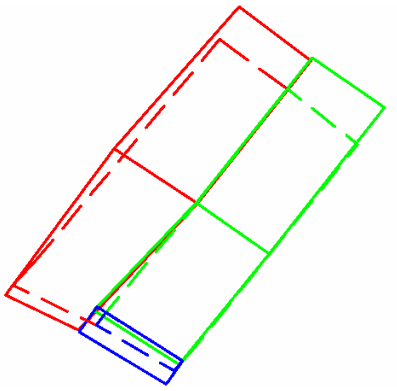
Bei komplexen Fassadenoberflächen oder vielen Gebäudedetails ist die Aufnahme der Fassade oder Gebäudedetails mittels eines Laserscanner zu prüfen.

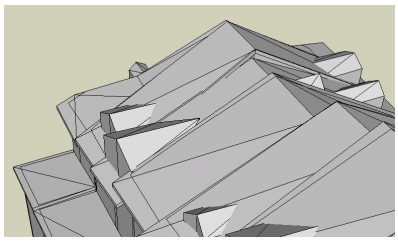
Einen hohen Detaillierungsgrad der amtlichen Vermessung ist in der Thuner Innenstadt anzutreffen.

11.8.1 Spezialfälle bei der Flächenaufteilung

	**Dach passt nicht auf Grundriss** Ein Flachdach passt nicht auf den Gebäudegrundriss. Nur die Höhe der Flachdachauswertung wird übernommen und dem Grundriss zugeordnet.
	**Hauptdach erstreckt sich über mehrere Gebäude** Eine Hauptdachfläche passt auf 3 Gebäudehauptumrisse. Die Gebäudegrundrisse dürfen bei Bedarf aufgeteilt werden. Bei der Modellierung entstehen aber keine Probleme, wenn 3 Gebäudegrundrisse in ein Dach projiziert werden.

	**Gebäudedetails unter der Hauptdachfläche** Eine Hauptdachfläche passt auf einen Gebäudehauptumriss und zusätzlich auf ein Gebäudedetail. Der Grundriss des Gebäudedetails wird dem Layer „60_Grundriss_bez_50“ zugewiesen.
 	**Spezielle Dachformen** Der Gebäudehauptumriss wird entsprechend der roten und der blauen Dachfläche aufgeteilt. Der rote Gebäudeumriss wird als Ring in Layer „50_Grundriss“ erfasst. Als innere Begrenzung wird die innere Abgrenzung der roten Dachfläche digitalisiert. Der blaue Gebäudeumriss ist die entsprechende Insel.

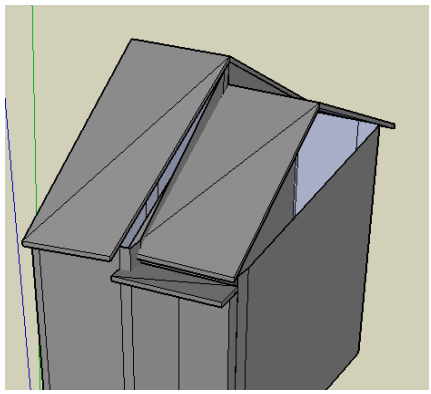


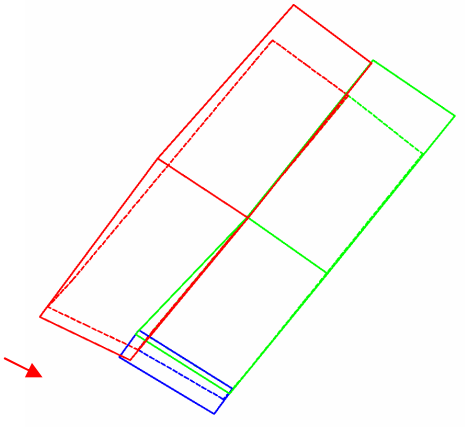


Grundriss stimmt nicht mit Dachfläche überein

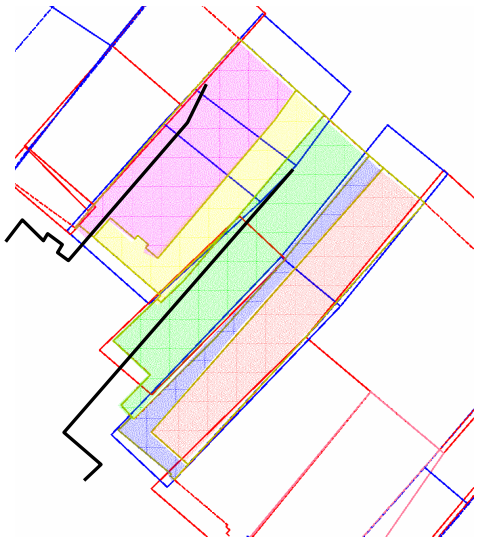
Bei Altstadthäusern weichen die Dächer oft stark vom Gebäudegrundriss ab. Hier, im Bereich des blauen Flachdachs, bis zu einem Meter.

Da das rote Dach über dem grünen liegt würde dies fehlerhaft dargestellt:





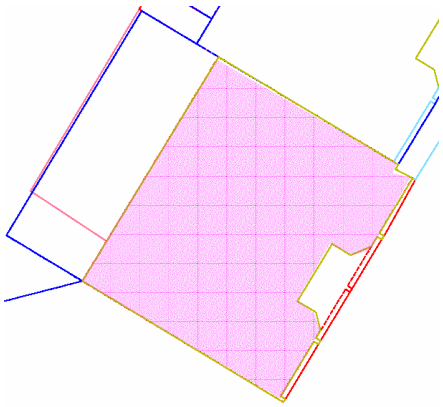
Die rote Dachfläche muss deshalb über den Grundriss erweitert werden.



Gebäudedurchgang mit schiefer Decke

Ein Gebäudedurchgang erstreckt sich über drei Gebäude. Zudem ist die Decke des Durchgangs ansteigend.
Im Feld werden die Deckenlinien des Durchgangs erfasst. Daraus wird im Büro die gelbe, die grüne und die blaue Fläche konstruiert. Diese entsprechen genau der Decke des Durchgangs. Zudem wird eine pinke und rote Fläche erfasst, welche auf die höchste Höhe der Durchgangsdecke gesetzt wird.

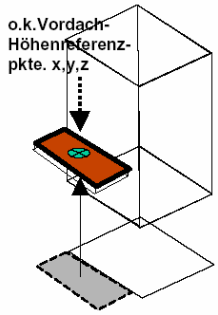
Layer pinke und rote Fläche: „übrige_Gebäudeteile_83“
Layer gelb- , grüne und blaue Fläche: “ übrige_Gebäudeteile_83_ohneEG“

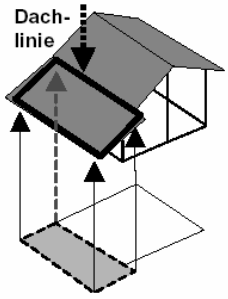


Gebäudedurchgänge und Eingänge

Bei Gebäudedurchgängen / Eingängen mit einer horizontalen Decke muss nur die pinke Fläche auf Höhe der Decke erfasst werden.

Layer „übrige_Gebäudeteil_83“

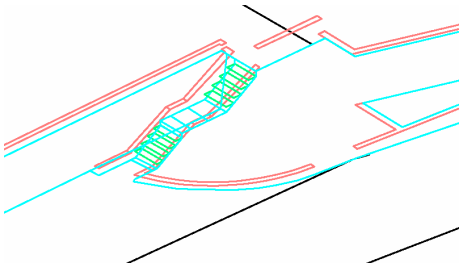




Vordächer

Bei der Erfassung von Vordächern werden 3 Fälle unterschieden:

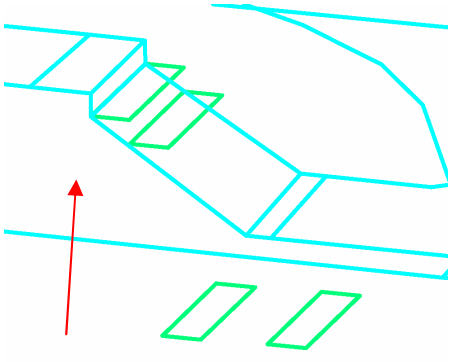
- Das Vordach verläuft horizontal. Dem Grundriss (Geb.Detail) wird eine Kote zugewiesen. Layer „63_Vordach_Kote“
- Das Vordach verläuft nicht horizontal. Das Dach wird direkt im AutoCAD erfasst. Layer „6X_Vordach_geneigt“
- Die Vordachlinien liegen innerhalb des Hauptdachs. Die Grundrisse werden in den Layern „6X_Grundriss_bez_5X“ abgelegt.



Mauern

Bei Mauern wird direkt im AutoCAD die Aufsichtsfläche erfasst. Unabhängig davon, ob die Mauer eine einheitliche Höhe hat oder ansteigt. D.h. es werden keine Koten für die Modellierung benötigt.

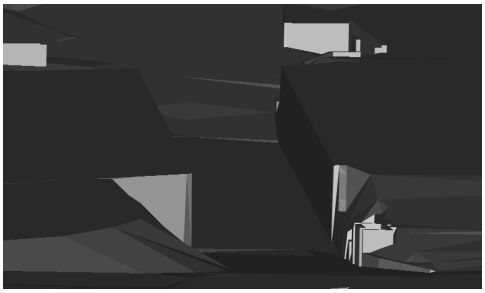
So können die Maueraufsichten zusammen mit den Bruchkanten direkt im AutoCAD 3D betrachtet und optisch überprüft werden.

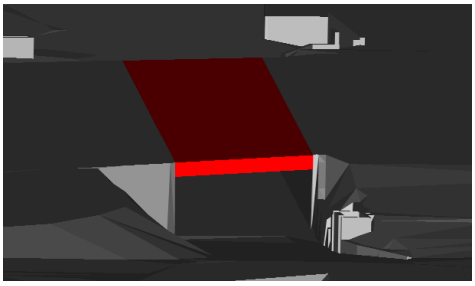


Treppen

Treppen werden analog der Mauern erfasst. Da die Stufenanzahl aus der AV übernommen wird und somit keine einzelnen Stufen im Feld aufgenommen werden, müssen die Stufen entlang der aufgenommenen Bruchkanten konstruiert werden.

Am Besten werden zuerst die Bruchkanten konstruiert. Anschliessend werden die Stufen mit dem Objektfang auf die Bruchkanten aufgesetzt.

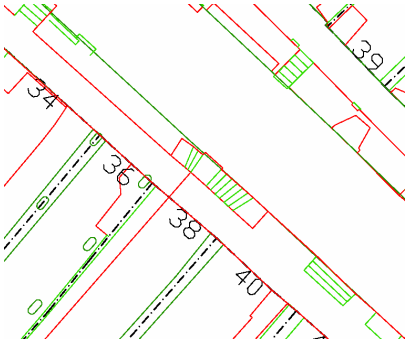




Unterführung

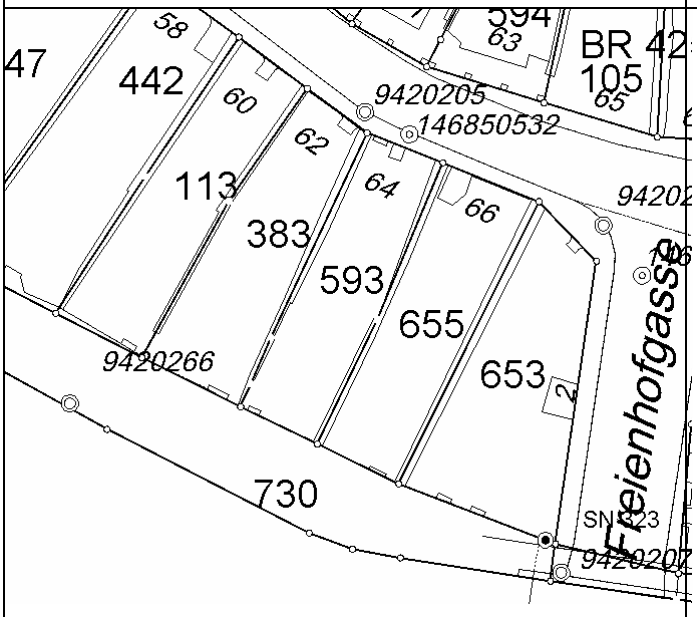
Bei Bahnunterführungen und Unterirdischen Bauten muss das DTM entsprechend bearbeitet werden.

Anschliessend kann das Dach der Unterführung mit einer bestimmten Dechendicke modelliert werden. Die Aufsichtsfläche wird im AutoCAD konstruiert und dem Layer „13220FE_91“ zugewiesen. Für Unterführungen mit einer bestimmten Dechendicke kann dem Layer ein entsprechender Index gegeben werden. Bsp. „13220FE_91_Dicke1.4m“



Hochtrottoirs

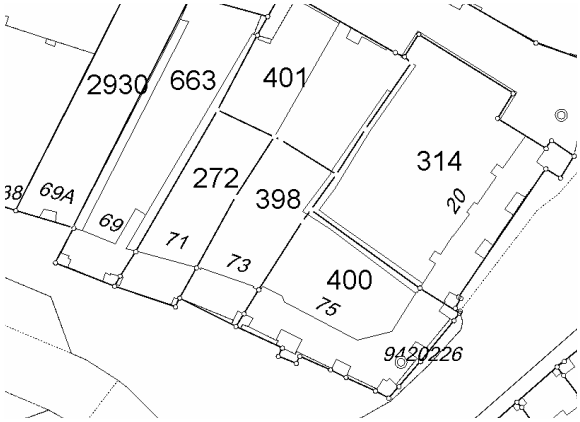
Hochtrottoirs sind in der AV als Gebäudedetails erfasst. Für die 3D-AV müssen lediglich deren Flachdächer, welche eben als Trottoir dienen, sowie deren Treppenaufgänge erfasst und konstruiert werden.



Gebäudeeingänge auf verschiedenen Höhenniveau.

Dazu werden mit Hilfe des AutoCAD Befehls „Umgrenzung“ pro Höhengleichen Gebäudedetail eine Fläche auf dem Layer 83 erstellt (z.B. pro Hauseingang). Im Bereich Obere Hauptgasse somit oft 2 Flächen auf Layer 83 (z.B. Parzelle 113,383,593). In einzelnen Fällen sind sogar mehr als 2 Umrisse zu definieren. (Parzelle 653):

In einzelnen Schritten werden dann die Stockwerkrundrisse gebildet.



Laubengänge

Dazu werden mit Hilfe des AutoCAD Befehls „Umgrenzung“ „übrige_Gebäudeteile_83_ohneEG“ definiert. Und ein Gebäudeumriss der dem Erdgeschoss entspricht. Bei den Stützen der Laubengänge sind Aufteilungen notwendig wenn es diese schiefe, sprich nicht senkrechte, Teile aufweisen.

Abb. 17

12 Organisation und eingesetztes Personal

12.1 Organigramm

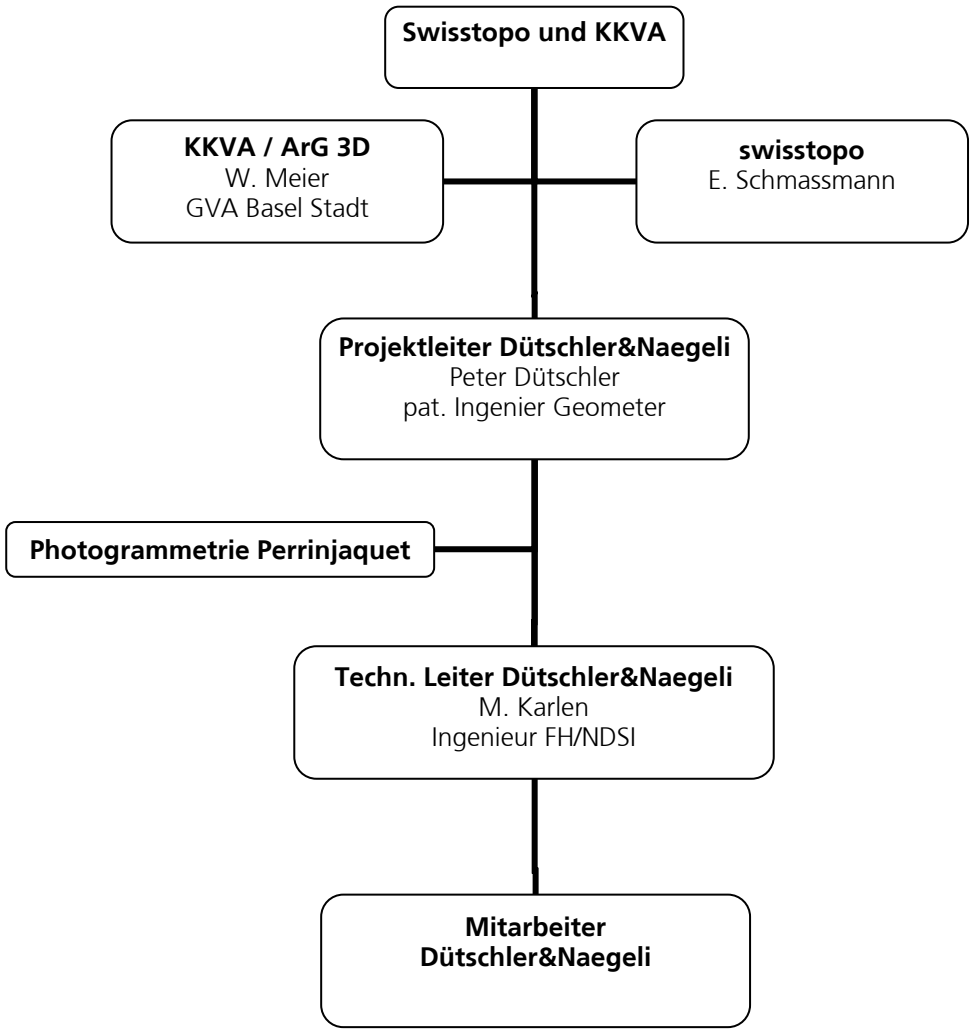


Abb 18

12.2 Eingesetztes Personal

Siehe Organigramm Abbildung 16.

Mitarbeiter von Dütschler&Naegeli:

- Stefan König, Geomatiktechniker
- Joel Burkhardt, Student Fachhochschule Nordwestschweiz Fachrichtung Geomatik
- Lehrlinge (Feldarbeit)

13 Neue 3D-Produkte

Mit den erhobenen 3D Informationsebenen können verschiedene Produkte generiert werden:

1. Variante: DXF Traufenmodell
Aus den photogrammetrischen Auswertungen der Dachflächen wird ein Traufenmodell erstellt. Dabei werden die Dachränder auf das DTM hinuntergezogen. Es entsteht auf einfachste Art ein 3D Modell.

Eigenschaften:
- Gebäude werden zu gross dargestellt und die Fassadenflächen stimmen nicht mit den AV-Gebäudeumrissen überein.
- Ebene Gebäudefassaden
- Mit Darstellung der Dachaufbauten und Attikas
- Keine Darstellung der Einzelobjekte der amtlichen Vermessung

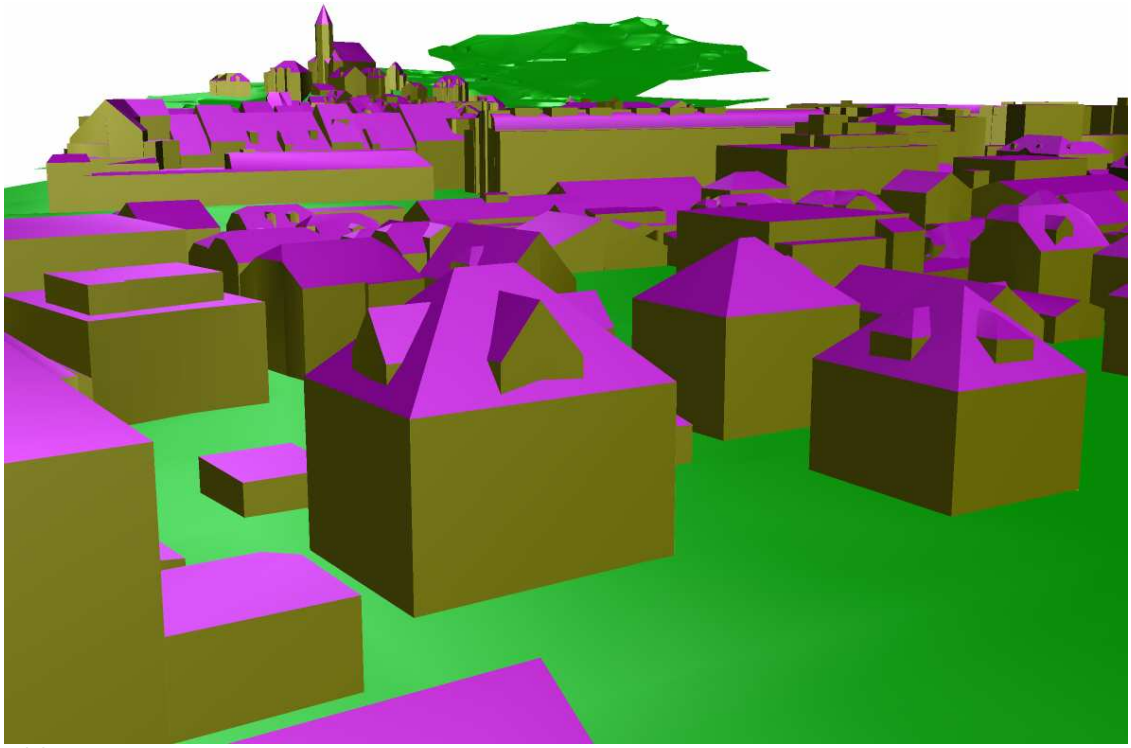


Abb. 19

2. Variante: AV Grundriss gerechnet

Nach Bereinigung der Dachflächen werden diese in ein DTM umgerechnet. Die einzelnen Gebäudehauptumrisse der AV werden in das DTM der Dächer gerechnet. Als Resultat entstehen die DALIN (Dachlinien). Anschliessend werden die DALIN mit den DTM des Terrains verschnitten.
Es entsteht ein 3D Modell mit den originalen Gebäudehauptumrissen aus der AV ohne Darstellung von Gebäudedetails.

Eigenschaften:
- Gebäude werden getreu dem Gebäudehauptumriss der AV dargestellt
- Keine Darstellung der Dachaufbauten und Attikas (nicht Inhalt der AV)
- Keine Darstellung von Einzelobjekten der amtlichen Vermessung

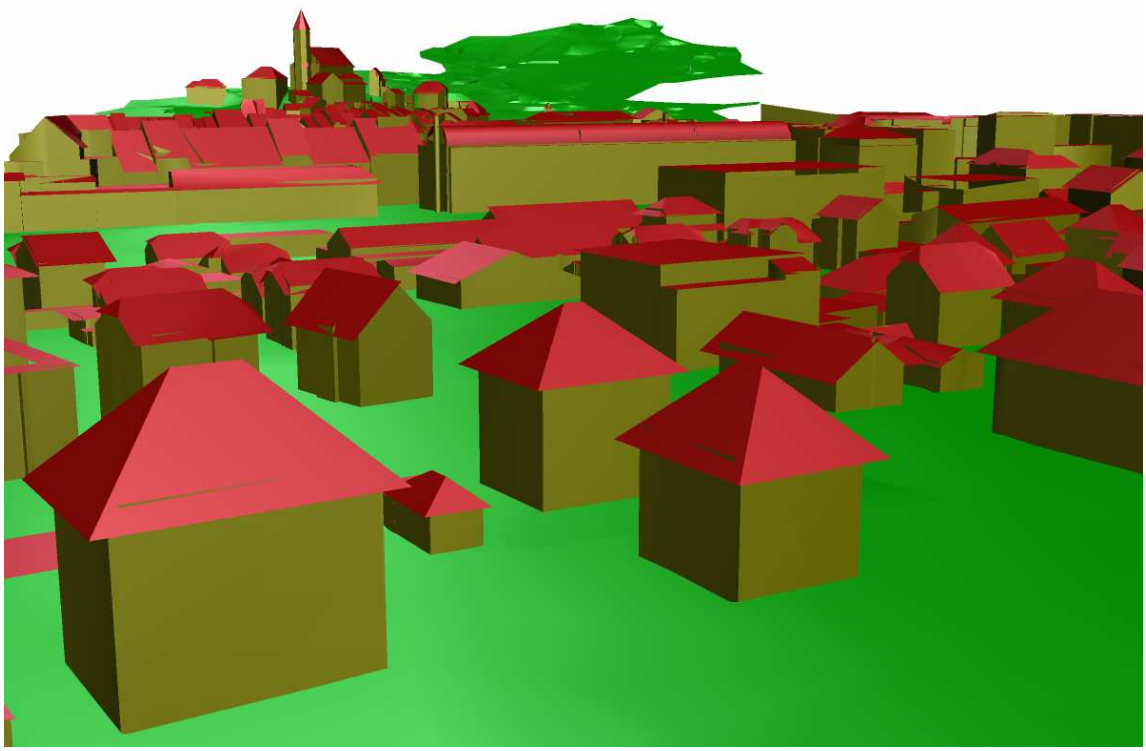


Abb. 20

3. Variante: AV Grundriss mit Gebäudedetail
Gleiches Vorgehen wie bei Variante 2 jedoch unter Berücksichtigung der AV Einzelobjekte wie Gebäudedetails, Mauern, Treppen, Sockel.

Eigenschaften:
- Gebäude werden getreu dem Gebäudehauptumriss der AV dargestellt
- Keine Darstellung der Dachaufbauten und Attikas (nicht Inhalt der AV)
- Mit Darstellung von Einzelobjekten der amtlichen Vermessung

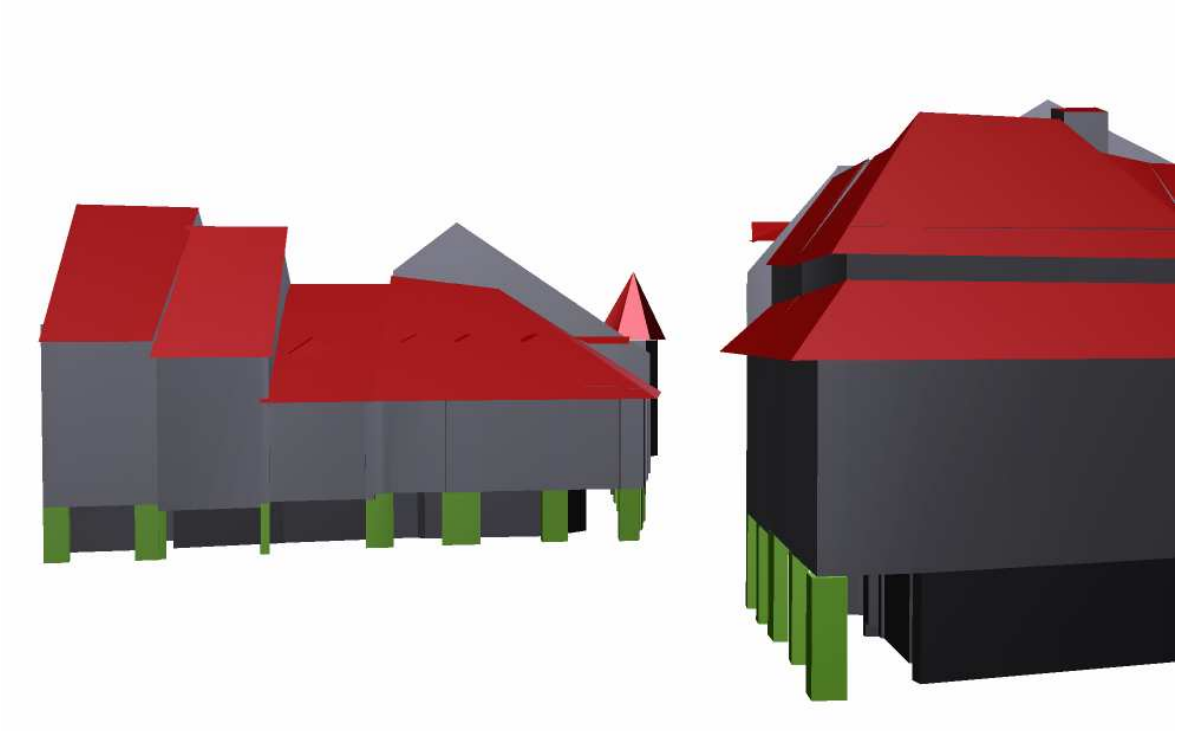


Abb. 21

4. Variante: AV-Grundriss Balkon (gehört nicht zum Pilotprojekt 3D Thun)
Vorgehen wie bei Variante 3 unter Einbezug von Gebäudeelementen die nicht in der AV erhoben werden (Attikas und Dachaufbauten, Balkone, Loggien, Stockwerke, etc.)

Eigenschaften:
- Gebäude werden getreu dem Gebäudehauptumriss der AV dargestellt
- Mit Darstellung der Dachaufbauten und Attikas
- Mit Darstellung von Einzelobjekten der amtlichen Vermessung

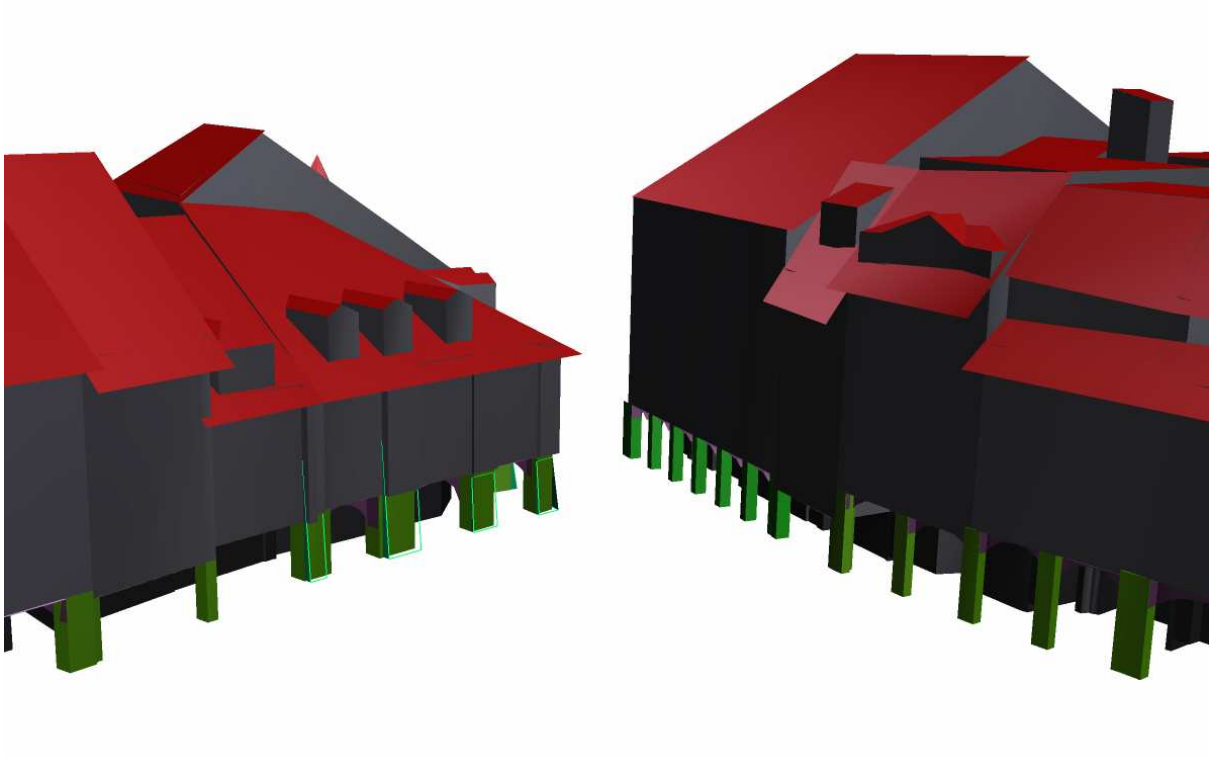


Abb. 22

5. Variante: AV Grundriss texturiert (gehört nicht zum Pilotprojekt 3D Thun)
Die mit allen Details ausgeprägten Gebäude werden mit Texturen Versehen um noch realer zu erscheinen.

Bei den Abbildungen 17 bis 19 handelt es sich um 3D PDF. Diese können erstellt werden indem die mit dem VR-GI Modeler generierten DXF in den Adobe Acrobat 3D Version 8 [14] importiert werden. Anschliessend kann ein PDF abgespeichert werden. Mit der kostenlosen Version Adobe Reader Version 8.0 können die 3D PDF betrachtet werden. Im Adobe Acrobat sind für 3D PDF folgende Funktionen verfügbar (Auszug):

a) Zoomen
b) Drehen
c) Ebenen ein- und ausschalten
d) Beleuchtung ändern
e) Oberflächen transparent schalten
f) Etc.

14 Bereitstellung der 3D Objekte

3D Objekte werden Architekten, Planern und anderen interessierten Kreisen als DXF oder PDF zur Verfügung gestellt. Bei deren Abgabe ist sicherzustellen, dass die Empfänger über die Art und Weise der Entstehung der Daten informiert sind.
Die Datenabgabe wird in einem ersten Schritt nicht in der Datendrehscheibe be-geo.ch integriert, sondern konventionell am Schalter mit Beratung des Datenbezügers. Damit kann besser auf die Bedürfnisse der Kunden eingegangen werden.

Die 3D Gebäudedaten können einem breiten Publikum zur Sichtung im Google Earth veröffentlicht werden.

[14] Link: http://www.adobe.com/de/products/acrobat3d/

15 Dokumentation der durchgeführten Arbeiten und des Aufwandes

15.1 Personalstunden

	P. Dütschler	M. Karlen	S. König	J. Burkhard	G. Goçi	M.Allenbach	J. Sieber	D. Baumann
	pat. Ing.-Geometer	Ingenieur FH	Geometiktechn.	Geomatiktech.	Ver. Assistent	Geomatiker	2. Lehrling	1. Lehrjahr
Software VR-GI Modeller								
Auswertung Photogrammeter								
Konzeptarbeiten	73	16	1.5	35.5				
Vorarbeiten, Schulung	22	112		38.5				
Bearb. DXF für Modellierung		37.50		108.25				
Berechnung mit VRGI Modeller		22.5		35				
Feldaufnahmen und Auswertungen		22	12.5	44.5	4.5	1.75	5	11.25
Bearbeitung DTM		4.5		35				
Abschlussarbeiten		11.5						
Summen der Stunden	95	226	14	296.75	4.5	1.75	5	11.25

Abb.23

15.2 Mengengerüst

Mengengerüst 3D Thun

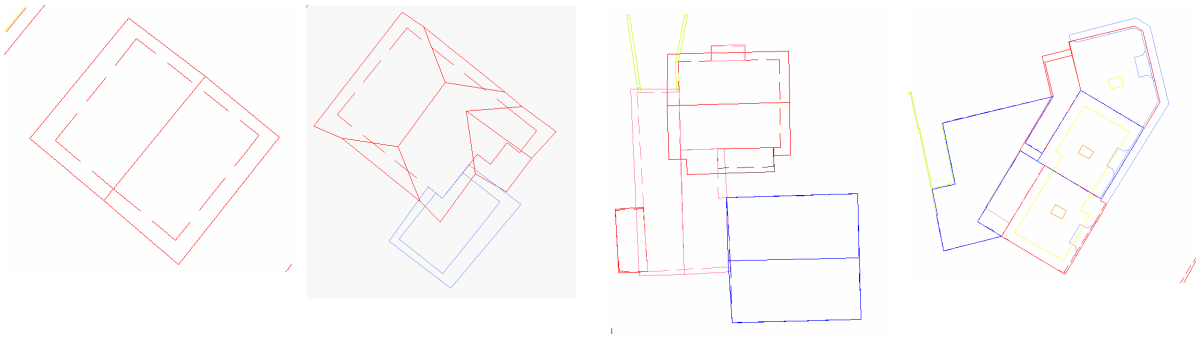
Perimeter	Innenstadt mit Geb-Detail **A**	Aussenquartier mit Geb-Detail **B**	Aussenquartier ohne Geb-Detail **C**	**D**	**E**	**F**	Innenstadt mit Geb-Detail **G**	**A-G**
Fläche in m2	25301	80723	246890	59529	90978	101228	7329	**611978**
Flächen ha	2	8	25	6	9	10	0.7	**60.7**
Elemente amtliche Vermessung								
Gebäude, Unterstand	50	99	267	43	104	141	20	**724**
Treppen	25	2	8	26	10	34	14	**119**
Mauern	25	34	56	23	12	50	14	**214**
Brücken, Passerelle	2	0	0	0	8	2	0	**12**
Pfeiler, Sockel	50	0	1	0	60	5	7	**123**
GebDetail	77	22	55	15	75	55	1	**300**
Tunnel, Unterführung	1	1	1	1	0	0	1	**5**
Einfahrten Einstellhallen	0	5	4	1	0	3	0	**13**
Elemente Photogrammetrie (Ermittelt durch Räuml. Verschnitt)								
Giebeldachflächen *)	313	387	762	152	481	561	59	**2715**
Flachdachflächen	29	79	221	48	142	79	17	**616**
Summe Dachflächen	**342**	**467**	**983**	**201**	**622**	**640**	**76**	**3331**
Aufbau Giebeldachflächen *)	186	72	458	118	204	217	85	**1341**
Aufbau Flachdachflächen	3	8	33	2	17	4	0	**67**
Summe Dachaufbauten	**189**	**80**	**491**	**120**	**221**	**221**	**85**	**1408**
DTM Bruchkantenlinien	173	1479	2737	710	0	2263	0	**7362**
DTM Massenpunkte	0	0	0	0	0		0	**0**

*) mehrere Flächen ergeben 1 Dach

Abb.24

15.3 Versuch Zeitaufwandberechnung für die Bearbeitung der Dachlandschaft:

Für die Berechnung des Gesamtzeitaufwandes wurden die ausgewerteten Gebäude in 4 Klassen eingeteilt: Die Zeiten sind beinhalten die Zuordnung der Dachflächen zum entsprechenden DXF-Layer, sowie die notwendige Grundrissaufteilung der BoFlaeche Gebäude und Zuordnung in die DXF-Layer.



Klasse 1	**Klasse 2**	**Klasse 3**	**Klasse 4**
- einfachstes Gebäude - keine Grundrissaufteilung erforderlich - keine Überlappungen	- einzelne Überlappungen - nur einfache Grundrissaufteilungen (z.B. Flachdach/Giebeldach)	- mehr als 2 Überlappungen - Grundrissaufteilungen erforderlich	- komplizierte Gebäudekomplexe mit Eingängen. - mangelhafte fotogrammetrische Auswertungen
Zeitaufwand: ca. 1min	Zeitaufwand: ca. 10min	Zeitaufwand: ca. 15min	Zeitaufwand: ca. 30min

Abb. 25

16 Welche Fragen der ArG 3D-AV wurden nicht beantwortet

- Wie werden die Daten für die 3D-Modellierung im DM.01 nachhaltig vorgehalten.
- In welcher Form werden die AV-Daten auf Grund der Erfahrungen im Pilotprojekt bereinigt (Geometrie und Attributierung).

17 Stand der Arbeiten

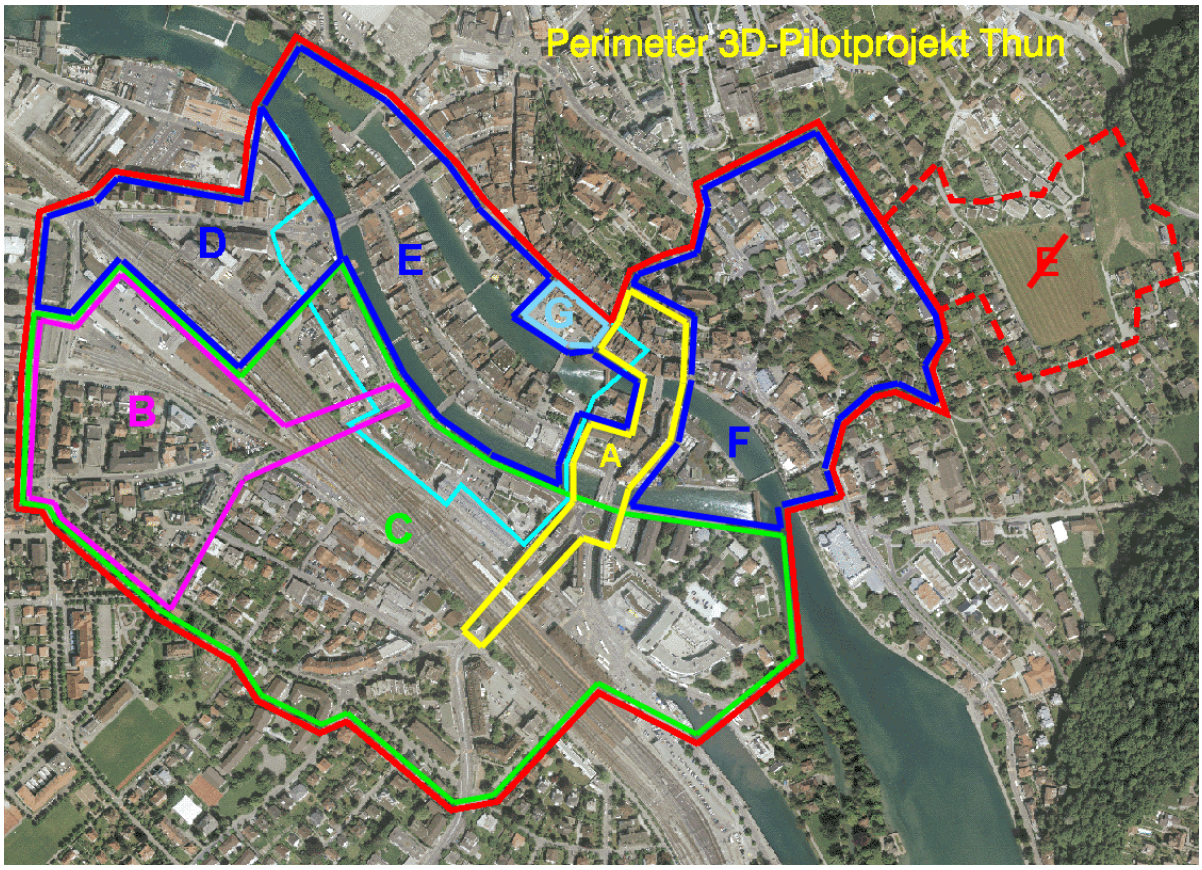


Abb. 26

17.1 Stand der Arbeiten

Teilgebiet A (gelb):
DXF-Aufteilung im Büro, Feldaufnahme Unterführung Bahnhof, Feldaufnahme Gebäude Railto und Walder detailliert und modelliert.

Teilgebiet B (pink): Teilmenge von C
DXF-Aufteilung im Büro, Feldergänzungen gemacht und bereinigt, modelliert

Teilgebiet C (grün):
DXF-Aufteilung im Büro, noch keine Feldergänzungen.

Teilgebiet D - F (blau):
Noch keine Arbeiten getätigt

Teilgebiet G (graublau): Mühleplatz
DXF Aufteilung im Büro, Feldergänzungen gemacht und bereinigt, modelliert

Teilgebiet H (nicht dargestellt)**:**
Restliches Gemeindegebiet von Thun

Thun hat sein Interesse bekundet die Arbeiten im Bereich 3D weiterzuverfolgen.
Dütschler&Naegeli wird der Stadt Thun auf Grund der Erfahrungen aus dem Pilot 3D Thun eine Offerte für das weitere Vorgehen unterbreiten.

18 Schlussbemerkungen

Die Unterlagen die uns durch W. Meier zur Verfügung gestellt wurden sind sehr gut, informativ und zweckmässig.

18.1 Nutzen und Anwendungen der 3D Modellierung

Die Dritte Dimension wird immer häufiger nachgefragt. Für viele Anwendungen wären einheitliche 3D Grundlagen (analog der heutigen 2D Daten der AV) ein grosses Bedürfnis.
Die zahlreichen Reaktionen von Kunden haben gezeigt, dass ein grosses Interesse an 3D Daten vorhanden ist. Das heisst dass bei einem entsprechenden Angebot eine Nachfrage da ist.
Die amtliche Vermessung wäre aus unserer Sicht prädestiniert, dieses Bedürfnis effizient und standardisiert zu erfüllen. Voraussetzung ist ein einheitliches Datenmodell mit klaren Erfassungsrichtlinien.

Hier eine Auflistung von Möglichkeiten in der die dritte Dimension erwünscht oder sogar erforderlich ist:

a) Modellbau (Gebäude und Höhenkurven für den Modellbauer)
b) Projektwettbewerbe (Basis für Architekten)
c) Nutzungsplanungen
d) Gefällsbestimmungen zur Prüfung der Rollstuhlgängigkeit
e) Themen rund um dem Lärmschutz
f) Standortberechnungen (z.B. Mobilantennen, Bahnen)
g) Bestimmung der Schadengrenze bei Hochwasser (Überflutungsberechnung)
h) Berechnungen zu Klimastudien
i) Beilagen zu Dokumentationen von Architekten und Immobilienhändler
j) Visualisierung für den Tourismus
k) Visualisierung in Google

Für alle diese Themen könnte die AV mittels der dritten Dimension nützliche Grundlagedaten liefern.

18.2 Fazit aus Sicht des Unternehmers

Auf Grund des 3D Thun Pilotprojektes sind wir überzeugt, dass für die Erfassung und Verwaltung von AV-Daten in der dritten Dimension ein Datenmodell und klare Richtlinien erarbeitet werden sollten. Die Erfassung und Nachführung muss eng mit der AV verbunden sein, dass heisst, sie sollte zukünftig im gleichen Datenmodell möglich sein. Mit dem 3D-AV- Konverter (dxf_3D ➔ INTERLIS_3D, INTERLIS_3D ➔ INTERLIS_2D, INTERLIS_3D ➔ dxf_3D) sind in Basel Entwicklungen und Test in Arbeit, wie die Daten zwischen 3D und 2D konvertiert werden können.
Mittels der bekannten und bewährten Prozesse in der Nachführung kann die Aktualität der Daten sichergestellt werden.

Diese Change gilt es, durch klare Rahmenbedingungen, zu nutzen.

Die Erfassung und Verwaltung kann in verschiedenen Etappen erfolgen.

1. Erarbeitung eines Datenaustauschstandards von 3D Daten, abgestimmt und abgegrenzt mit dem TLM der Swisstopo, z.B. über Toleranzstufen.

2. Grossflächige Auswertung der Dachlandschaft. (Variante Traufenmodell)

3. Sicherstellen der Nachführung und geregeltes Meldewesen bis und mit Photogrammeter

4. Erstellen von 3D Modellen gemäss Bedarf und Nachfrage.

Massenpunkte und Bruchkanten sind Voraussetzungen für die Erstellung von 3D-Modellen, d.h. diese müssen im Datenmodell der AV verwaltet werden können.

Im Rahmen der PNF sind periodische Befliegungen notwendig. Deren Bilddaten stehen zur Auswertung der Dachlandschaft zur Verfügung.

Die Modellierung 3D kann Benutzergerecht erfolgen, so dass dort Daten erstellt werden, wo ein Markt vorhanden ist. Hier könnte die AV durch eine klare Modellierung einem Modell-Wildwuchs entgegenwirken und dazu beitragen, das für die Praxis einheitliche Schnittstellen geschaffen werden.

Eine wichtige Erkenntnis unsererseits ist zudem, dass die Erstellung von 3D-Modellen mit denen in unserem Büro verfügbaren Instrumentarium und Programmen erfolgen konnte. Ausnahme bildete dabei einzig die Software VR-GI Modeler, die zusätzlich beschafft werden musste.

Thun, den 5. Februar 2006

19 Anhang

19.1 Dokumentenliste

- 3D-AV-Modellierungsrichtlinien Version 1 vom 13.2.2006 (GVA-BS)
- Erfassung der Topic Einzelobjekte_3D DXF-Generierung der 3D-Objekt-Oberflächenelemente Anleitung Modellierungsanleitung des GVA-BS vom 31.09.06
- Anleitung des GVA zur Ersterhebung der Höheninformationen der Informationsebene „Einzelobjekte_3D" und Ergänzung der Informationsebene „Höhen" (Stand Feb. 06)
- Geobau_3D / Layerorganisation der Einzelobjekte_3D zur Konvertierung ins Datenmodell DM.01-AV-3D-CH/BS (Stand 6.2.06 KKVA/ArG)
- Bedienungsanleitung VR-GI-Modeler V2.4.4 (Stand 25.5.06)
- Steuerdaten zum VR-GI Modeler (Stand 20.09.2006)
- Anforderungen an die Erhebung der Dachlandschaften BS (Stand 21.6.99)
- Anforderungen an die Erhebung des digitalen Geländemodelles BS (Stand 02.07.98)
- DTM Bearbeitung mit GeoMedia und VESTRA siehe Kapitel 19.3

19.2 Checkliste 3D Bearbeitung (nicht abschliessend)

- - In welchem Datenmodell werden die AV Daten verwaltet
- - Mit welchem Programm erfolgt die Modellierung (zB. VR-GI)
- - In welchem Programm erfolgt die DTM Bearbeitung
- - Welche Variante der Modellierung soll umgesetzt werden (einfach oder detailgetreu)
- - Sind die zu modellierenden AV Daten als Flächengeometrien vorhanden
- - Gibt es bekannt Erfassungs-„Fehler" (zB. Unterstand als Gebäude, Treppenstufen)
- - Evt. Aufteilung des Bearbeitungsperimeters in Arbeitsperimeter zur Besseren Übersicht

19.3 DTM-Bearbeitung mit GeoMedia und VESTRA

Vorbereitungen

- Ein neues GWS erstellen
- Eine eigene Warehouse-Verbindung für alle Vestra-Objektklassen
- Möglichst wenig mächtige Warehouse-Verbindungen (das Programm läuft dann langsamer)
- Es ist wichtig, dass die Verbindungen und Objektklassen sauber erstellt werden.
- Die Reihenfolge der beschriebenen Arbeitsschritte sollten bis nach Einspeicherung des DTMs möglichst eingehalten werden.

Arbeitsschritte

- Neuer GWS erstellen (Bspw. Vestra.gws)
- Neue Warehouse-Verbindung erstellen (Vestra3.mdb)
  Es kann eine Access-Datenbank-Vorlage benutzt werden
- Diese Datenbankvorlage enthält bereits die benötigten Objektklassen. (Bruchkante, Perimeter, Gebaeude, DTM_Objektklasse)
- Es wird empfohlen eine Warehouse-Verbindung mit der AV zu vermeiden, da dies Vestra träge macht. Besser ist es die benötigten AV-Daten als DXF-CSD-Datei einzulesen.
- Es werden nun alle benötigten CAD-Daten in die Vestra-Datenbank eingelesen.

- Die DXF-Dateien müssen wie gewohnt zuerst in eine CSD-Datei umgewandelt werden.
- Die CSD-Datei kann nun in GeoMedia als neue Warehouse-Verbindung eingelesen werden. Die verschiedenen Layer können als Thematische Abfrage angezeigt werden. Es bestehen nun bspw. die Objektklassen „Bruchkanten sicher", „Bruchkanten unsicher", „Gebaeude" etc.

DTM-Berechnung

Für die DTM Berechnung kann Vestra grundsätzlich folgende Elemente verwenden:

- Punkte
- Linien, Polylinien und Flächen
- Perimeter (Fläche)

Punkte müssend zwingend eine Höhe haben. Punkte mit der Höhe null werden nicht berücksichtigt.

Dasselbe gilt für Linien. Es können auch Polylinien oder Flächen eingelesen werden.

Der Perimeter wird als eine Fläche definiert, welche Bearbeitungsgebiet abgrenzt.

Mögliche Voraussetzungen

- Es bestehen Bruchkanten und Massenpunkte.
- Es besteht bereits eine Dreiecksvermaschung als DXF, welche ergänzt und bearbeitet werden soll.

Für beide Varianten muss zuerst ein Perimeter definiert werden.

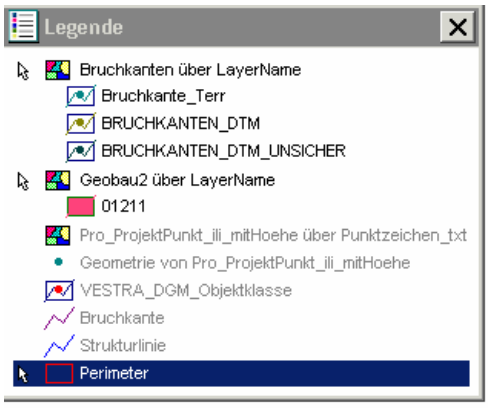
Perimeter

- Der Perimeter wird nun über die Fläche, über welche das DTM gerechnet werden soll definiert. Wenn die Datenbankvorlage „Vorlage_VESTRA.mdb" benutzt wurde, besteht bereits eine solche Objektklasse. Ansonsten kann sie in der Vestra-Datenbank als Fläche erstellt werden.
- Es müssen nicht alle Randpunkte in die Perimeterfläche einbezogen werden. Die Umrandung kann grosszügig definiert werden.
- Der Perimeter ist keine Bruchkante. Je nach dem können auch Dreiecke den Perimeter überlappen.

Objektklassen

Folgende Objektklassen sollten für die Berechnung des DTM sichtbar und lokalisierbar sein:

- Bruchkanten oder bestehende Dreiecksvermachung aus der CAD-Verbindung
- Massenpunkte aus der CAD-Verbindung
- Perimeter aus der Vestra-Verbindung

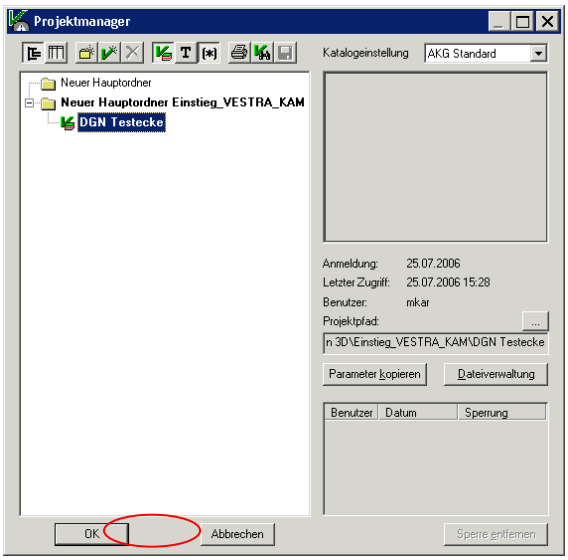


Die Objektklasse „Geobau2 über LayerName“ enthält Gebäude, welche ausgestanzt werden sollen. (Siehe Kap. 3 „Inselflächen ausstanzen)

Vestra Start

Der Einstieg in VESTRA erfolgt nach folgendem Muster:

- DTM→Parmeter wählen
- Es erscheint ein Projektmanager. Dieser wird normalerweise nicht benötigt und kann abgebrochen werden.



- Erneut DTM→Parameter wählen
- Möglicherweise erscheint ein Fenster, wo die Datenbankverbindung, mit welcher Vestra arbeiten soll, ausgewählt werden muss. Am besten wählt man hier überall die erstellte Vestra-Verbindung und bestätigt dies mit klick auf das „Pfeil nach unten“-Zeichen. Mit Bestätigung auf OK erstellt Vestra 6 Objektklassen in der ausgewählten Verbindung. Diese Objektklassen sind Standard und sollten so belassen werden.
- Möglicherweise erscheinen direkt die DTM-Parameter. Für unsere Anwendung verwenden wir den Algorithmus „Einschneiden“. Für die Bedeutung der verschiedenen Einstellungen verweise ich auf die VESTRA-Anleitung.

Einzelnes Geländemodell rechnen

- Unter DTM→Rechnen→einzelnes Geländemodell wählen.
- Alle Daten die einbezogen werden sollen, mit einem Fence selektieren.
- Das DTM wird nun berechnet.
  Achtung! Es erscheint keine Sanduhr oder eine grafische Darstellung der Berechnung. Die Berechung kann einige Sekunden oder je nach dem auch einige Minuten dauern. Am Schluss wird ein Fenster mit der Anzahl berechneter Dreiecke angezeigt.
- Mit Bestätigung auf OK erscheint das Fenster „Anzeige“ mit folgenden Möglichkeiten.
- Das berechnete DTM kann als Binärdatei (xy.DTM) abgespeichert werden.
- Das DTM kann in eine Objektklasse ausgegeben werden. Bei grösseren DTMs ist dies nicht zu empfehlen, da sonst die Datenbank zu gross wird.
- Fehler- , Hoch- und Tiefpunkte können in die Objektklasse „DTM_Objektklasse“ ausgegeben werden.

DTM-Bearbeitung

Anzeige der Dreiecksvermaschung

- Unter „DTM→Anzeige→Dreiecksinfo“ können einzelne Dreiecke beim Rollover mit der Maus dargestellt werden.
- Unter „DTM→Auswertungen→Neigungen oder Schrägflächen“ können die Dreiecke dargestellt werden.

Weitere Funktionen

- Bruchkanten können auch nachträglich eingefügt werden.
- Verknüpfungspunkte können nachträglich eingefügt oder gelöscht werden.
- Unter „DTM→Parameter→Innenring" können Inselflächen definiert werden.

Eigene Bruchkanten zeichnen in GeoMedia

Bruchkanten können direkt in GeoMedia gezeichnet und nachträglich in das DTM eingerechnet werden. Jedoch müssen diese zwingend über 3D-Punkte definiert werden. Punkte, welche aus ProCalc berechnet wurden sind aber nur 2.5D. Deshalb müssen diese zuerst mit einer Abfrage in 3D umgewandelt werden:

- Unter „Analyse→Funktionsattribute" wählen.
- Die entsprechende Objektklasse wählen und eine neue Funktion hinzufügen.
- Die Funktion „Setz" in der Kategorie „Geometrie" mit den Attributen „Input.Geometrie" und „Input.HoeheGeom" wählen.
- Die Punkte werden nun 3D in einer Abfrage eingefügt.

Die Punkte für die Bruchkantendefinition werden in einem GWS mit der AV berechnet. Für die Arbeiten mit Vestra sollte aber die AV nicht angehängt werden. Deshalb müssen die Punkte zuerst in dem GWS mit der AV in die erstellte VESTRA-Datenbank transferiert werden. Dazu hängt man die die Vestra-Datenbank in dem AV-GWS an und gibt die Abfrage der Punkte in eine Objektklasse in die Vestra Datenbank aus. Im Vestra-GWS sollte nun die Objektklasse mit den Punkten zur Verfügung stehen.

Möglicherweise sind die Bruchkanten über die aufgenommenen Punkte und die AV zu konstruieren oder anderweitig zu korrigieren. Dazu transferiert man die Punkte am besten in AutoCAD, führt die Konstruktionen dort aus und transferiert die Bruchkanten zurück in GeoMedia.

Inselflächen ausstanzen

Gebäude können mit VESTRA aus dem DTM ausgestanzt werden. Dazu müssen vorerst alle Gebäudegrundrisse als geschlossene Polylinie auf DTM-Höhe vorliegen.

- Gebäude als DXF-CSD-Datei aus der AV in GeoMedia einfügen.
- Alle Gebäude innerhalb des Perimeters selektieren. (Überlappende Gebäude weglassen)
- Funktion „DTM→Zuweisen→Höhe" wählen
- Die selektierten Gebäude werden auf DTM-Höhe angehoben.

Die Gebäude auf DTM-Höhe können nun ausgestanzt werden

- Unter „DTM→Parameter" im Blatt „Inring" die Objektklasse mit den Gebäuden wählen.
- DTM neu rechnen (analog Kap.2 „Einzelnes Geländemodell rechnen)
- Zusätzlich muss die nun aber die Objektklasse mit den Gebäuden sichtbar und lokalisierbar sein.
- Bei der DTM-Berechnung spielt es keine Rolle, wenn die Überlappenden und Aussenstehenden Gebäude selektiert sind. Es werden nur Gebäude mit Höhe ungleich Null berücksichtigt.

DTM-Export

In VESTRA besteht die Möglichkeit das DTM als DXF oder DWG zu exportieren. (Unter „DTM→Export")

Die Dreiecksvermaschung wird allerdings in AutoCAD „unsichtbar". (Bruchkanten werden sichtbar dargestellt)

19.4 GSI-File und Berechnungsprotokoll

Auszug GSI-File

```
*400001+900 Start Stations Daten                    Datum: 13.11.2006  Uhrzeit: 08:52:39
*410002+0000000000000011 42....+0000000000018121 43....+00000000013.11.06 44....+0000000000000024
*410003+0000000000000021 42....+00000000000000FS 43....+0000000000000015
*110004+0000000010240001 84..10+0000000621415579 85..10+0000000176150834 86..10+0000000000000000
*400005-900 Ende  Stations Daten                    Datum: 13.11.2006  Uhrzeit: 08:54:27
*400006+902 Start Messen und Speichern              Datum: 13.11.2006  Uhrzeit: 08:54:32
*410007+0000000000000031 42....+0000000000000011 43....+000000000000000F
*110008+0000000009220019 81..00+0000000621429554 82..00+0000000176190487 83..00+0000000000001429
*110009+0000000009220266 81..00+0000000621397756 82..00+0000000176149119 83..00-0000000000000282
*110010+0000000009220225 81..00+0000000621412867 82..00+0000000176171436 83..00+0000000000000472
*410011+0000000000000031 42....+0000000000000011 43....+000000000000000S
*110012+0000000000001000 81..00+0000000621440622 82..00+0000000176175328 83..00+0000000000001359
*110013+0000000000001001 81..00+0000000621438017 82..00+0000000176176623 83..00+0000000000001274
*110014+0000000000001002 81..00+0000000621432466 82..00+0000000176167969 83..00+0000000000000895
*110015+0000000000001003 81..00+0000000621436916 82..00+0000000176165989 83..00+0000000000000996
*110016+0000000000001004 81..00+0000000621435375 82..00+0000000176162479 83..00+0000000000000969
*110017+0000000000001005 81..00+0000000621435260 82..00+0000000176162384 83..00+0000000000000794
*110018+0000000000001006 81..00+0000000621435880 82..00+0000000176163241 83..00+0000000000000714
*110019+0000000000001007 81..00+0000000621432403 82..00+0000000176154673 83..00+0000000000000131
*110020+0000000000001008 81..00+0000000621425433 82..00+0000000176158650 83..00+0000000000000379
*110021+0000000000001009 81..00+0000000621430022 82..00+0000000176147665 83..00-0000000000000173
*110022+0000000000001010 81..00+0000000621437890 82..00+0000000176149760 83..00-0000000000000089
*110023+0000000000001011 81..00+0000000621444793 82..00+0000000176146754 83..00+0000000000000270
```

19.4.1 Berechnungsprotokoll Freie Station

Dütschler & Naegeli
Vermessung + Geoinformation AG
Fliederweg 11
Thun

GEOS Pro 2.6 6.12.2006

Gemeinde Thun
Mutation Nr. 2006
Auftrag Nr. 18121 KOS
Seite 264

FREIE STATION **STATION** **10470003**

AV93-Modus Toleranz 3 Toleranzfaktor 0.000
K-Wert 0.130 Ohne Zylinderprojektion Mit Höhenreduktion
Punkteinschaltung

Standpunkt Nr.: 10470003 I= 1.565

Messungen:

Passpunkt Nr	AC	Kl	Verwendet	D gem	D red	Richtung	Höhenm	Zielh
9420215	12	2	Ja	9.201	9.200	280.23100	99.76300	1.600
9420268	12	2	Ja	71.863	71.858	136.07700	99.97900	1.600
9420266	12	2	Ja	33.888	33.886	175.98670	100.00000	1.600

Standpunktkoordinaten und Transformationskonstanten:
Y Spt= 614654.744 X Spt= 178524.899 Orientierung= 228.56918 m= 1.000099 H Spt= 558.022 mH= 0.012008

Festpunktkoordinaten und Restfehler:
mo = 0.006

Passpunkt Nr	AC	Kl	Y	X	dY	dX	FS	H	dH
9420215	12	2	614663.856	178523.628	-0.002	-0.004	0.004	558.022	0.001
9420268	12	2	614616.856	178585.962	0.001	-0.003	0.003	557.996	-0.015
9420266	12	2	614657.168	178558.708	0.001	0.006	0.006	557.979	-0.008

19.4.2 Berechnungsprotokoll 3D Punkte

Dütschler & Naegeli
Vermessung + Geoinformation AG
Fliederweg 11
Thun

GEOS Pro 2.6 6.12.2006

Gemeinde Thun
Mutation Nr. 2006
Auftrag Nr. 18121 KOS
Seite 1818

ABRISS **STATION: 10470003**

AV93-Modus Toleranz 3 Toleranzfaktor 0.000
K-Wert 0.130 Ohne Zylinderprojektion Mit Höhenreduktion
Standpunkt:

Nr	AC	KI	Y	X
10470003	15	2	614654.744	178524.899

Zielpunkte

Nr	AC	K	Y	X	Az	R	O	dO	D ger	D red	dD	dH
9420215	12	2	614663.856	178523.628	108.82305	280.23100	228.59205	-0.02252	9.200	9.200	0.000	0.001
9420268	12	2	614616.856	178585.962	364.64609	136.07700	228.56909	0.00044	71.862	71.858	-0.005	-0.015
9420266	12	2	614657.168	178558.708	4.55657	175.98670	228.56987	-0.00034	33.896	33.886	-0.010	-0.008

Gemittelte Orientierung: 228.56953

POLARAUFNAHME **STATION: 10470003**

AV93-Modus Toleranz 3 Toleranzfaktor 0.000
K-Wert 0.130 Ohne Zylinderprojektion Mit Höhenreduktion
Standpunkt:

Nr	AC	KI	Y	X	H	Orientierung
10470003	15	2	614654.744	178524.899	558.022	228.56953

NEUPUNKTE: DATENBANKEINTRAG

Punkt-Nummer	Aktion	AC	KI	Y	X	H
Messwerte Lage Versch	red Höhe					
	Neueintrag	802	5	614677.481	178548.707	558.042
D 32.924	32.922 I 1.565 S 1.600					
R 219.96600	ZW 99.89400					
	Neueintrag	802	5	614674.621	178549.390	558.034
D 31.545	31.543 I 1.565 S 1.600					
R 214.83370	ZW 99.90500					
	Neueintrag	802	5	614671.966	178550.477	558.029
D 30.838	30.836 I 1.565 S 1.600					
R 209.15580	ZW 99.91400					
	Neueintrag	802	5	614666.571	178553.135	558.015
D 30.615	30.613 I 1.565 S 1.600					
R 196.68280	ZW 99.94200					
	Neueintrag	802	5	614656.922	178558.183	557.991
D 33.358	33.356 I 1.565 S 1.600					
R 175.59040	ZW 99.99200					
	Neueintrag	802	5	614648.797	178562.677	557.983
D 38.246	38.243 I 1.565 S 1.600					
R 161.49070	ZW 100.00600					
	Neueintrag	802	5	614643.802	178565.642	557.986
D 42.190	42.187 I 1.565 S 1.600					
R 154.72830	ZW 100.00100					
	Neueintrag	802	5	614638.063	178569.286	558.004
D 47.421	47.418 I 1.565 S 1.600					
R 148.54570	ZW 99.97800					

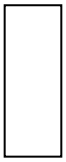
19.5 Treppengenerierung im GIS System

Im GIS-System kann eine Treppe gemäss folgender Anleitung generiert werden:

-Grundfläche auswählen
- Treppenform wählen (gerade oder Wendeltreppe)
- Anzahl Stufen und Stufenbreite angeben.
- Klick auf „Oberkante definieren" um die Oberkante zu definieren.
- Klick auf „Basislinie definieren" um die Basislinie zu definieren.

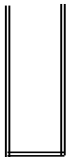
- Um noch eine Mauer um die Treppe zu definieren Option „Mauer" wählen und Breite Angeben.
- Klick auf „Mauer definieren" dann die Aussenkante anwählen und mit gedrückter Maustaste in die Richtung fahren in welche die Mauer gezeichnet werden soll.

Es entstehen folgende Elemente:



Treppenfläche
EO_Fläche

Treppenstufen
EO_Linienelemente



Mauer
EO_Linienelement

Diese drei Objekte werden als verknüpfte Elemente verwaltet.

19.5.1 Anforderungen an die Auswertung des Photogrammeters

*a) **Digitales Terrainmodell***
Es gilt der Grundsatz, dass das Gelände in seiner typischen Morphologie abgebildet werden sollte, so dass unter anderem plausible Höhenkurven abgeleitet werden können. Kleine Detailformen, wie Garageneinfahrten, Lichtschächte, kleine Mauern etc. können weggelassen werden.
Insbesondere sind die folgenden Elemente zu erheben:

- *Kanten entlang von Trottoir-, Strassen- und Wegrändern, Plätzen etc., sofern diese nicht mit Gebäudekanten zusammenfallen*
- *geschlossene Inselbereiche entlang von Gebäuden.*
- *Einzelpunkte in geschlossenen Hinterhöfen und im offenen Gelände.*
- *Kanten entlang von Gewässern, Böschungen, Geländekanten, Stützmauern (dH > 1 m), u.ä.*
- *Insellinien entlang von Kunstbauten (oben entlang der Kunstbaute, unten und seitlich entlang dem Gelände).*
  Grosse Stützmauern sind ebenfalls als Insellinien auszuwerten.
- *Insellinien entlang von nicht auswertbaren Gebieten Genauigkeit*

Lage

- *Kanten: Morphologie muss gewährleistet sein*
- *Gebäude: generalisiert, Gebäudeteile dürfen nicht angeschnitten werden*

Höhe

- *dem Bildmaterial entsprechend: 10 - 15 cm*

b) Dachlandschaft
Sämtliche Dachflächen müssen als so genannte `Shapes` erfasst werden. Die Shapes von zusammenhängenden Dachflächen je Gebäude müssen lückenlos und ohne Überlappungen zusammengefügt sein, d.h. die fotogrammetrischen Auswertungen müssen mit mathematischer Genauig-

keit erfasst oder anschliessend nachbearbeitet werden.

Hauptdachflächen
Die Dachflächen des Hauptgebäudes werden als durchgehende Fläche und getrennt nach Giebel- und Flachdachflächen erfasst. Die Dachtraufenhöhen einer Gebäudeeinheit (alle zusammengehörenden Dach-Shapes), welche in ihrer Höhenlage weniger als 15 cm differieren, sind auf einer einheitlichen Höhenlage (=Horizontalfläche für 3D-Gebäudeerstellung) zu erfassen.
Flachdächer
Bei Flachdächern haben die Koten der Höhe der Aussenmauer zu entsprechen. Innere Fassadenlinien von versetzten Flachdachbauten sind fotogrammetrisch auszuwerten.
Innere Gebäudelinien
Versetzte Stockwerke sowie Gebäudeinnenhöfe sind bei der Erfassung der Dächer zu berücksichtigen.
Unsichere Dachhöhen
Dachflächen, welche nur unsicher (z.B. tiefe Innenhöfe) ausgewertet werden können, sind auf einem separaten Level zu erfassen.
Dachaufbauten
Dachaufbauten werden erfasst, sofern deren grösste Ausdehnung mehr als 3m beträgt. Die Dachaufbauten sind auf einem separaten Level und getrennt nach Giebel- und Flachdachflächen zu erfassen.
Dachtraufenhöhen von Dachaufbauten sind analog den Haupt-Dachflächen zu erheben.
Höhengenauigkeit:
dem Bildmaterial entsprechend: 10 -15 cm

19.6 Definierte Codeliste im Pilotprojekt 3D Thun

Codeliste 3D Projekte

Gruppe	Bezeichung	VA	Bemerkung
DTM	Hoehenpunkt	800	Terrain, Massenpunkt
	Bruchkante_w	801	Bruchkante weich
	Bruchkante_h	802	Bruchkante hart
Dach	GDach_ok	803	Giebeldach ok
	GDach_uk	804	Giebeldach uk
	FDach_ok	805	Flachdach ok
	FDach_uk	806	Flachdach uk
Gebaeudedetail	Detail_ok	807	Eingangshoehe, Laubenbogen
	Detail_uk	808	Eingangshoehe
	Gebaeudesockel	809	Terrainpunkt bei Hausecke
Balkon	Balkon_uk	810	
	Balkon_uk_innen	811	
Treppe	Stuefenhoehe	812	
	Treppenkante	813	Treppenlinie links-rechts
Mauer	Mauerhoehe	814	1 Punkt auf Mauer
	Mauer_uk	815	Eckpunkte uk
	Mauer_ok	816	Eckpunkte ok
	Mauerniveau	817	Hoehensprung in Mauer
Fassade	Fassadenpunkt	818	Punkt an Gebäudefassade
Bruecke	Bruecke_uk	819	
	Bruecke_ok	820	
Unterfuehrung	Unterfuehrung_uk	821	
	Unterfuehrung_ok	822	
Unterstand	Unterstand_uk	823	
	Unterstand_ok	824	
Pfosten	Pfosten_uk	825	Eckpunkte uk
	Pfosten_ok	826	Eckpunkte ok
	Pfostenpunkt	827	1 Punkt auf Pfosten
Silo	Silo_ok	828	
Brunnen	Brunnen_ok	829	
	weitere	830	

Offerte vom 29.9.2006 „Vorschlag der Projektabschlussarbeiten“

19.7 VBA Makro generiert pro DXF-Layer ein eigenes neues DXF

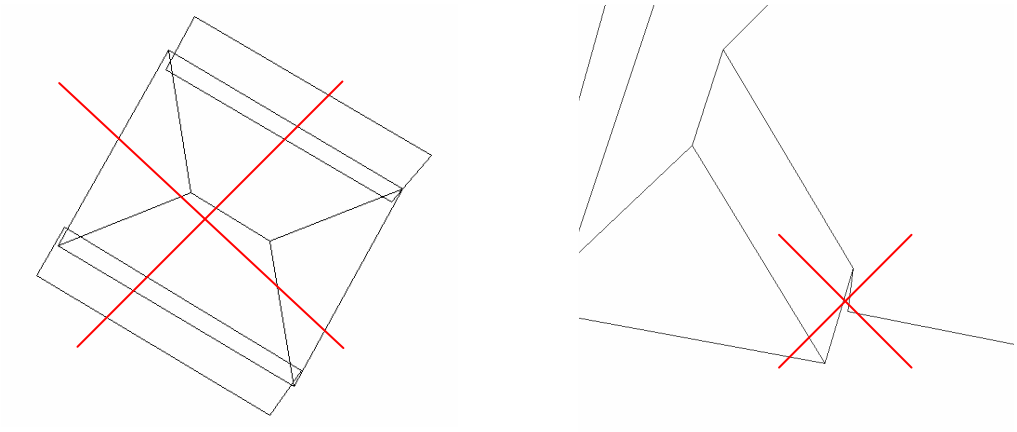
```
Sub LayerToDXF()

'Dieses Makro schreibt von jedem Layer(mit Inhalt) ein DXF in einem Unterordner des Ordners in welchem die
'Datei gespeichert ist. Die DXF's erhalten jeweils denselben Namen wie die entsprechenden Layer.

'© J.Burkhard  Sept. 06


Dim Lay As AcadLayer
Dim Lays As AcadLayers
Dim Layername As String
Dim ss As IAcadSelectionSet
Dim ZeichnungsName As String
Dim Pfad As String
Dim Dokument As String
Dim FilterType(0) As Integer
Dim FilterData(0) As Variant


'Füllt das Objekt Lays mit den verfügbaren AutoCAD-Layers ab.
Set Lays = ThisDrawing.Layers


'speichert den Zeichnungsnamen ohne die Endung
ZeichnungsName = ThisDrawing.Name
ZeichnungsName = Left(ZeichnungsName, Len(ZeichnungsName) - 4)

'speichert den Pfad für den neuen Ordner
Pfad = ThisDrawing.Path & "\" & ZeichnungsName

'erstellt einen Neuen Ordner mit dem Zeichnungsnamen
MkDir Pfad

'dieser Block wird mit jedem Layer durchgespielt
For Each Lay In Lays

   'speichert den Layername
   Layername = Lay.Name

   'speichert den Pfad und Namen für die neue Datei
   Dokument = ThisDrawing.Path & "\" & ZeichnungsName & "\" & Layername & ".dwg"

   'setzt ein Selection-Set mit dem Namen "szleet"
   Set ss = ThisDrawing.SelectionSets.Add("szleet")

   'Setzt den Filter-Typ mit 8 für Layer
   FilterType(0) = 8

   'setzt das Attribut des Layers, nach welchem gefiltert werden soll.
   FilterData(0) = Layername

   'speichert die Inhalte des aktiven Layers im Selection-Set
   ss.Select acSelectionSetAll, , , FilterType, FilterData

   'schreibt einen Wblock mit dem Inhalt des Selection-Sets als DWG!!
   ThisDrawing.Wblock Dokument, ss

   'Prüft, ob das Selection-Set leer ist oder nicht. (Wenn es leer ist, wurde kein Wblock geschrieben und das öffnen
des DWG würde einen Fehler verursachen.
   If ss.Count <> 0 Then

      'Öffnet das gespeicherte DWG wieder.
      Documents.Open (Dokument)

      'speichert das DWG als DXF
```

```
        ThisDrawing.SaveAs Left(Dokument, Len(Dokument) - 4), ac2004_dxf

        'schliesst das DWG wieder.
        ThisDrawing.Close

        'Da das DWG als DXF kopiert wurde, kann das DWG gelöscht werden.
        Kill (Dokument)

    End If

    'Löscht das Selection-Set, so dass es beim nächsten Druchlauf mit einem anderen Layer abgefüllt werden kann.
    ss.Delete

Next

End Sub
```

19.8 Modellierung der Hauptdachflächen[15]

Voraussetzung: In den Layern 50 bis 55 und 50a, 50b bis 55a, b etc., sowie in den Layern 60 bis 65, dürfen sich keine überlappenden Dächer oder Dachflanken mit unterschiedlichen Niveaus mehr befinden.

Bsp:



Alle diese Layer werden nun in je ein DXF extrahiert. Dazu wird der jeweilige Layer als einzelner angezeigt und mit „Speichern unter" als DXF abgespeichert. Im Dialog „Speichern unter" unter „Extras / Optionen / DXF-Optionen" muss die Option „Objekte wählen" aktiv sein. Zudem sollte ein DXF mit 16 stellen geschrieben werden.

Um den Ablauf zu beschleunigen können diese DXF auch mit einem Makro herausgespielt werden. Das Makro wird unter „Extras / Makro / VBA-Manager" geladen und unter „Extras / Makro / Makros.. „ ausgeführt.
Das Makro befindet sich unter:
S:\Projekte\Normalauftraege\18100\18121 3D Thun\AutoCAD_makros\LayerToDXF.dvb

Die DXF Files durchlaufen folgende Abläufe und Einstellungen im VGRI-Modeler:

- Schritt 1 – 4 wird für jeden einzelnen Layer durchgeführt.

[15] Siehe GVA-Anleitung „Erfassung der Topic Einzelobjekte_3D"

- Alle Dachlinien von Gebäuden, welche keinen Gebäudedurchgang oder Eingang besitzen, „Geo_BB_Dalin_5Xi.dxf" werden in einem DXF „Geo_BB_Dalin_all.dxf" zusammengefügt.
- Alle Dachlinien von Gebäuden mit Druchgängen oder Eingängen werden in einem DXF „Geo_BB_Dalin_übrige_Gebäudeteile.dxf zusammengefügt.
- Schritt 5 wird nur mit dem DXF „Geo_BB_Dalin_all.dxf" durchgeführt.

19.8.1 Modellierung der Gebäudedurchgäng und Eingänge

DXF-Files: „Geo_BB_Dalin_übrige_Gebäudeteile.dxf" ; „83_übrige_Gebäudeteile.dxf" ; „83_übrige_Gebäudeteile_ohneEG.dxf"

- Schritte 6-9

19.8.2 Modellierung der Attikas und Dachaufbauten

DXF Files: 56_Attika ; 57_Attika ; 59_Dachaufbau ; 50-55i.dxf (Hauptdachflächen)

- Die DXF-Files mit den Hauptdachflächen werden zu einem zusammengelegt: „Geo_OriDach_50-55i.dxf"
- Schritt 10 wird durchgeführt
- Schritt 1,2,11 und 12 wird die einzelnen DXFs durchgeführt.

19.8.3 Modellierung der Vordächer (Gebäudedetails)

DXF Files: 6X_Vordach ; 6X_Vordach_Kote ; 6X_Grundriss ; 6X_Grundriss_bez_5X

- Schritt 1 und 2 wird für die einzelnen DXFs durchgeführt
- Schritt 13 für horizontale Vordächer
- Schritt 14 für Vordächer innerhalb eines Hauptdaches
- Schritt 15 für freistehende Vordächer
- Aus den Vordachlinien bei freistehenden Giebeldächern wird im AutoCAD die Aufsichtsfläche digitalisiert. DXF: „Vordach_Aufsichtflächen_6X_digi.dxf"
- Schritt 16 und 17 wird durchgeführt.
- Die Dateien „Geo_Vordachlin_6X_Vordach_Kote.dxf" ; Geo_Vordachlin_6X_bez_5Xi.dxf ; Geo_Vordachlin_6X.dxf werden zu einem DXF vereinigt „Geo_EO_Vordachlin_all.dxf"
- Aufteilung der Datei in 3 DXF-Dateien: „Geo_EO_Vordachlin_Untersicht_Kote.dxf" / „Geo_EO_Vordachlin_25cm" / „Geo_EO_Untersichtkoten_6X.dxf"
- Schritt 18 und 19

19.8.4 Modellierung der Mauern und Treppen

DXF – Files: „EO_Maueraufsichtlin.dxf" ; „EO_wichtige_Treppenaufsichtlin.dxf"

- Schritt 20 und 21

Arbeitsschritte zur Modellierung mit dem VR-GI-Modeler

(Basierend auf der Anleitung „Erfassung der TOPIC Einzelobjekte_3D / DXF Generierung der 3D-Objekt-Oberflächenelemente")

Schritt	Aktion	Eingabedatei	Ausgabedatei	DTM-Datei / Datei mit Höhenreferenzkoten	Einstellungs-Datei	Befehl
Hauptdachflächen (Gebäudehauptumrisse)						
1	Normierung der Geometrischen Definition (Dächer)	OriDach_XX.dxf	Geo_OriDach_XX.dxf	Keine	OriDach_XX.vrg	Gebäudemodell erstellen
2	Normierung der Geometrischen Definition (Grundriss)	OriDach_XX_Grundriss.dxf	Geo_OriDach_XX_Grundriss.dxf	Keine	OriDach_XX.vrg	Gebäudemodell erstellen
3	Triangulation der Dachflächen	Geo_OriDach_XX.dxf	DHM_Dach_XX.dxf	Keine	DHM_Dach_XX.vrg	Gebäudemodell erstellen
4	Generieren der Dachlinien	Geo_OriDach_XX_Grundriss.dxf	Geo_BB_Dalin_XX.dxf	DHM_Dach_XX.dxf	BB_Dachlinie_XX_Projektion.vrg	Oberflächenprojektion
5	Generieren der Fassaden	Geo_BB_Dalin_all.dxf	Geo_BB_Fassaden_Dalin-DTM.dxf	DHM_Gelände.dxf	BB_Fassaden_Dalin-DTM.vrg	Gebäudemodell erstellen
Gebäudedurchgänge						
6	Triangulation der Deckenlinien mit EG	übrige_Gebäudeteile_83.dxf	DHM_übrige_Gebäudeteile_83.dxf	Keine	??	Gebäudemodell erstellen
7	Generieren der Fassaden Dalin-EG	Geo_BB_Dalin_übrige_Gebäudeteile.dxf	Geo_BB_Fassaden_Dalin-EG.dxf	DHM_übrige_Gebäudeteile_83.dxf	??	Gebäudemodell erstellen
8	Generieren der Fassaden EG-DTM	übrige_Gebäudeteile_83.dxf	Geo_BB_Fassaden_EG-DTM.dxf	DHM_Gelände.dxf	??	Gebäudemodell erstellen
9	Generieren der Fassaden der schrägen Deckenlinie	übrige_Gebäudeteile_ohneEG.dxf	Geo_BB_Fassaden_EG-Schrägfläche.dxf	DHM_übrige_Gebäudeteile_83.dxf	??	Gebäudemodell erstellen
Attikas und Dachaufbauten						
10	Triangulation der Dachflächen für Attikas und Dachaufbauten.	Geo_OriDach_50-55i.dxf	DHM_Dach_50-55i.dxf	Keine	DHM_Dach_50-55i.vrg	Gebäudemodell erstellen
11	Generieren der Attikas	Geo_Attika_OriDach_56-57.dxf	Geo_Attika_Fassaden_99.dxf	DHM_Dach_50-55i.dxf	Attika_Fassaden_99.vrg	Gebäudemodell erstellen
12	Generieren der Dachaufbauten	Geo_Aufbau_OriDach_59.dxf	Geo_Aufbau_Fassaden_99.dxf	DHM_Dach_50-55i.dxf	Dachaufbau_Fassaden_99.vrg	Gebäudemodell erstellen
Vordächer (Gebäudedetails)						
13	Anheben der horizontalen Vordächer auf Kotenhöhe	EO_Grundriss_6X.dxf	Geo_Vordachlin_6X_Vordach_Kote.dxf	6X_Vordach_Kote.dxf	EO_Vordachlin_6X_$Projektion.vrg	Projektion auf Punkt
14	Generieren der Vordachlinien innerhalb eines Hpt-Dachs	EO_Grundriss_6X_bez_5Xi.dxf	Geo_Vordachlin_6X_bez_5Xi.dxf	DHM_Dach_5Xi.dxf	EO_Vordachlin_6X_$Projektion.vrg	Oberflächenprojektion
15	Generieren der Vordachlinien von freistehenden Vordächern	EO_Grundriss_6X.dxf	Geo_Vordachlin_6X.dxf	DHM_Dach_6X.dxf	EO_Vordachlin_6X_$Projektion.vrg	Oberflächenprojektion
16	Normierung der digitalisierten Vordach-Aufsichtflächene-	Vordach_Aufsichtflächen_6X_digi.dxf	Geo_Vordach_Aufsicht_aus_Dachlin_6X_digi.dxf	Keine	EO_Vordach_Aufsicht_6X_aus_Dachlin_6X.vrg	Gebäudemodell erstellen

	lemnten					
17	Generieren der Aufsichten der Vordächer aus den Vordachlinien	Geo_Vordachlin_6X.dxf	Geo_Vordach_Aufsicht_aus_Dachlin_6X.dxf	Keine	EO_Vordach_Aufsicht_6X_aus_Dachlin_6X.vrg	Gebäudemodell erstellen
18	Generierung der Unter- und Ansichten der Vordächer mit Kote	Geo_EO_Vordachlin_Untersicht_Kote.dxf	Geo_Vordach_Front_Untersicht_Dalin-Kote.dxf	Geo_EO_Untersichtkoten_6X.dxf	EG_Vordach_Front_Untersicht_Kote.vrg	Gebäudemodell erstellen
19	Generierung der Unter- und Ansichten der Vordächer mit 25cm	Geo_EO_Vordachlin_25cm.dxf	Geo_Vordach_Front_Untersicht_25cm.dxf	Keine	EO_Vordach_Front_Untersicht_25cm.vrg	Gebäudemodell erstellen
Mauern und Treppen						
20	Generierung der Aufsicht- und Wandflächenelemente der Mauer bez. dem DTM	EO_Maueraufsichtlin.dxf	Geo_Mauer_Aufsicht_Wand.dxf	DHM_Gelände.dxf	EO_Mauer_Aufsicht_Wand_aus_Aufsichtlin_DTM.vrg	Gebäudemodell erstellen
21	Generieren der Aufsicht-, Ansicht- und Untersicht-Flächenelemnte der Treppen bez. dem DTM	EO_wichtige_Treppenaufsichtlin.dxf	Geo_wichtige_Treppe_Aufsicht_Wand_bez_DTM-AV.dxf	DHM_Gelände.dxf	EO_wichtige_Treppe_Aufsicht_Front_Untersicht_Stufenhöhe-20cm.vrg	Gebäudemodell erstellen